TREFFSICHERHEIT DER AMBULANT DURCHFÜHRBAREN ZUSATZUNTERSUCHUNGEN IN DER DIAGNOSTIK VON HIRNTUMOREN

Herman Hopman

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546016_0047

AUS DER NEUROCHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
(Prof. Dr. F. Marguth)

TREFFSICHERHEIT DER AMBULANT DURCHFÜHRBAREN ZUSATZUNTERSUCHUNGEN IN DER DIAGNOSTIK VON HIRNTUMOREN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Herman Hopman
aus Lent

München 1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Priv. Doz. Dr. E. Kazner
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. F. Marguth
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25. April 1972

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

INHALTSVERZEICHNIS

			Seite
1.	EINLEITUNG		1
2.	FRÜHERE BEOBACHTUNGEN		2
2.1	Kombination von Elektroencephalographie und Echoencephalographie	B-C	2
2.2	Kombination von Elektroencephalographie und Hirnszintigraphie	B-D	4
2.3	Kombination von Echoencephalographie und Hirnszintigraphie	C-D	5
2.4	Kombination von Röntgennativdiagnostik des Schädels, Elektroencephalographie und Hirnszintigraphie	A-B-D	5
2.5	Kombination von Elektroencephalographie, Echoencephalographie und Hirnszintigraphie	B-C-D	6
2.6	Kombination von Röntgennativdiagnostik des Schädels, Elektroencephalographie, Echoencephalographie und Hirnszintigraphie	A-B-C-D	6
3.	AUSSAGEKRAFT DER EINZELNEN UNTERSUCHUNGSMETHODEN - KRITERIEN FÜR DIE AUSWERTUNG		8
3.1	Röntgennativdiagnostik des Schädels	(A)	8
3.2	Elektroencephalographie	(B)	9
3.3	Echoencephalographie	(C)	12
3.4	Isotopenencephalographie	(D)	13
4.	EIGENE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE		15
4.1	Eigenes Krankengut - Alters- und Geschlechtsverteilung		15
4.2	Untersuchungsergebnisse bei 226 gesicherten intrakraniellen raumfordernden Prozessen		17
4.2.1	Allgemeiner Überblick		17
4.2.2	Kasuistik		20
4.2.3	Spezielle Befunde in den einzelnen Untersuchungsmethoden		22

4.2.3.1 Röntgennativbilder des Schädels (A) 22
4.2.3.2 Elektroencephalogramm (B) 24
4.2.3.3 Echoencephalogramm (C) 24
4.2.3.4 Hirnszintigramm (D) 25
4.2.3.5 Diskussion der Einzelergebnisse 25
4.2.4 Einfluß von Lokalisation und Histologie raumfordernder Prozesse auf die Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen und deren Kombinationen 27
4.2.4.1 Lokalisation 27
4.2.4.2 Histologie 29
4.3 Untersuchungsergebnisse bei 200 Kontrollfällen 31
4.3.1 Röntgennativbilder des Schädels (A) 33
4.3.2 Elektroencephalogramm (B) 33
4.3.3 Echoencephalogramm (C) 35
4.3.4 Hirnszintigramm (D) 35
4.4 Besprechung der Ergebnisse - Vergleich der Tumor- und der Kontrollgruppe 36
4.5 Schlußfolgerungen 41
5. ZUSAMMENFASSUNG 45
6. LITERATURVERZEICHNIS 46

1. EINLEITUNG

Die Früherfassung von Hirntumoren erfordert diagnostische Verfahren mit einer hohen Treffsicherheit.
Es stehen heute zahlreiche Untersuchungstechniken zur Verfügung, die diese Forderung erfüllen können. Die Kontrastmitteluntersuchungen lassen sich nur stationär durchführen und bleiben dadurch zwangsläufig auf ein ausgewähltes Krankengut beschränkt.
Um für diese differenzierten und aufwendigen Methoden die richtige Auswahl an Patienten treffen zu können, bieten sich für die Hirntumorsuche über die Erhebung der Anamnese und des neurologischen Status hinaus vor allem vier Untersuchungsverfahren an: die Röntgennativdiagnostik des Schädels, die Elektroencephalographie, die Echoencephalographie und die Hirnszintigraphie.
In der vorliegenden Arbeit soll erstmalig die Treffsicherheit der kombinierten Anwendung der vier genannten Untersuchungsmethoden in der ambulanten Hirntumordiagnostik an einem größeren Krankengut untersucht werden.

Im folgenden werden zur Vereinfachung die Röntgennativdiagnostik des Schädels mit A, die Elektroencephalographie mit B, die Echoencephalographie mit C und die Hirnszintigraphie mit D bezeichnet.

2. FRÜHERE BEOBACHTUNGEN

In der Literatur finden sich zahlreiche Mitteilungen über die kombinierte Anwendung von zwei oder mehr der vier Zusatzuntersuchungen.
Folgende Kombinationen wurden beschrieben:

Elektroencephalographie und Echoencephalographie	BC
Elektroencephalographie und Hirnszintigraphie	BD
Echoencephalographie und Hirnszintigraphie	CD
Schädelröntgenologie, Elektroencephalographie und Hirnszintigraphie	ABD
Elektroencephalographie, Echoencephalographie und Hirnszintigraphie	BCD
Schädelröntgenologie, Elektroencephalographie, Echoencephalographie und Hirnszintigraphie	ABCD

2.1 Kombination BC

GREEBE[31] (1964) fand unter 85 Patienten mit zerebralen Krampfanfällen 15 mal eine fokale Störung im Elektroencephalogramm, von denen gleichfalls 10 eine Verschiebung der Medianstrukturen im Echoencephalogramm zeigten. Bei diesen 10 Patienten wurde 7 mal die Diagnose Tumor cerebri gestellt, einmal ein subdurales Hämatom und zweimal eine asymmetrische Hirnatrophie gesichert. Der Autor meint, daß mit Hilfe einer neurologischen Untersuchung kombiniert mit EEG und EchoEG bei den meisten Patienten mit einem zerebralen Anfallsleiden eine poliklinische Diagnose möglich ist.
Auch PERSSON, WENNBERG und WIDEN[53] (1967) kombinierten elektroencephalographische und echoencephalographische Befunde bei 298 Patienten mit dem Verdacht auf einen intrakraniellen raumfordernden Prozeß. Trifft ein Herdbefund im EEG mit einem normalen Echoencephalogramm zusammen, so kann es sich einerseits um einen sehr kleinen Tumor handeln, oder es liegt eine Fehlinterpretation des echoencephalographischen Befundes vor. Zwei Meningeome in diesem Krankengut fielen lediglich durch den pathologischen Ultraschallbefund bei normalem Hirnstrombild auf.
Bei den supratentoriellen Tumoren fanden die Autoren am häufigsten ein verlagertes Mittelecho. Dagegen konnten sie unter 21 Patienten mit infratentoriellen Geschwül-

sten nur zweimal eine Verlagerung der Mittelstrukturen im EchoEG, jedoch 12 mal pathologische Hirnstromkurven beobachten.

SANDOK, REIHER und WHISNANT[67] (1969) stellten bei 100 Patienten fest, daß die Kombination BC eine größere diagnostische Wertigkeit besitzt als jede Methode allein. Das Echoencephalogramm liefert sowohl bei leichten Allgemeinveränderungen und bei normalen elektroencephalographischen Befunden als auch in Fällen mit einem Herd im EEG und einem negativen klinischen Befund einen weiterführenden differentialdiagnostischen Beitrag. Wenigstens eine der beiden Untersuchungsmethoden ergab bei allen supratentoriellen raumfordernden Prozessen einen pathologischen Befund.

REIHER u. Mitarb.[63] (1969) untersuchten 100 Patienten mit Temporallappenepilepsie und einem Fokus oder steilen Wellen im Elektroencephalogramm zusätzlich echoencephalographisch. Auch sie bestätigen die größere diagnostische Wertigkeit der Kombination. Weiter folgerten sie, daß bei bilateralen Spikes oder steilen Wellen im EEG und negativem Echoencephalogramm das Vorliegen eines Tumors sehr unwahrscheinlich ist. Bei unilateralen elektroencephalographischen Veränderungen und einer Verschiebung der Mittelstrukturen zur Gegenseite im EchoEG ist aber ein Tumor anzunehmen. Die Autoren empfehlen die Anwendung der Elektroencephalographie in Kombination mit der Echoencephalographie als wichtigen diagnostischen Beitrag bei Verlaufskontrollen.

BOSTEM, THIBAUT und COEURDEROI-GODART[7] (1968) berichten über eine vergleichende Studie mit Elektro- und Echoencephalographie bei gesicherten intrakraniellen Prozessen (n=38). Bei allen Patienten stellten sie eine Mittelechoverlagerung fest, die durch Kontrastmitteldiagnostik, Operation oder Obduktion bestätigt wurde. Demgegenüber fanden sie nur bei 32 Patienten einen Seitenhinweis im Hirnstrombild.

Auch auf der EEG-Tagung in Köln 1964[5] wurde die Kombination von EEG und EchoEG als wertvolle Aufschlußmöglichkeit über Diagnose und Lokalisation von Hirntumoren erkannt. Dies sei gerade bei älteren Patienten besonders wichtig, weil dadurch die nicht risikolose Hirngefäßdarstellung - bleibende Schäden bei Patienten ohne Gefäßleiden 0,09 %, bei Kranken mit Gefäßprozessen 2,4 % (KAZNER u. Mitarb.[42], 1969) - vermieden werden könne.

DE VLIEGER, de LANGE und GERSIE[82] (1969) konnten in einer ausführlichen Studie die große Treffsicherheit der Kombination EEG-EchoEG bei der Erfassung nicht mittelliniennaher Großhirntumoren feststellen. Bei infratentoriellen und mittelliniennahen

Tumoren führten dagegen EEG und die Bestimmung des Mittelechos oft zu irreführenden Befunden; so wurden unter 62 Tumoren der hinteren Schädelgrube in 15 Fällen und von 26 Hypophysentumoren in 8 Fällen jeweils ein normales Elektro- und Echoencephalogramm gefunden.
Hinweise auf einen infratentoriellen Prozeß lassen sich im EchoEG nur durch zusätzliche Bestimmung der Weite des dritten Ventrikels gewinnen. So konnten SCHIEFER und KAZNER[71] (1967) zeigen, daß bei 171 Prozessen in der hinteren Schädelgrube 155 mal (90,6 %) der dritte Ventrikel erweitert war, während nur 5 mal eine Verlagerung des Mittelechos bestand. Analog fanden ARNOLD und VOIGTSBERGER[3] (1971) bei 47 Patienten mit infratentoriellen Prozessen 30 mal eine Erweiterung des 3. Ventrikels und nur einmal eine Verlagerung der Mittelstrukturen im Echoencephalogramm. Elektroencephalographisch konnten sie bei 14 Patienten ein pathologisches Hirnstrombild registrieren.

Aus den angeführten Untersuchungen ergibt sich, daß die Kombination BC zuverlässigere diagnostische Hinweise als eine der beiden Methoden allein bieten kann. Pathologische elektro- und echoencephalographische Befunde sind bei suptratentoriellen raumfordernden Prozessen ähnlich häufig (70 - 90 %). Bei Prozessen der hinteren Schädelgrube lassen sich nur bei Erweiterung des 3. Ventrikels Rückschlüsse ziehen. Beide Methoden sind unspezifisch und gestatten keine Aussage über die Art der zugrundeliegenden Läsion.

2.2 Kombination BD

Die Isotopenencephalographie ermöglicht häufig eine genauere Lokalisation eines raumfordernden intrakraniellen Prozesses, in bestimmten Fällen sogar eine Artdiagnose. CABRINI, MAROSSERO und VILLANI[10] (1968) führten eine vergleichende Untersuchung mit Elektroencephalographie und Hirnszintigraphie bei 177 Patienten mit gesicherten Hirntumoren durch. Sie fanden bei 126 supratentoriellen Tumoren in ca. 85 % einen positiven szintigraphischen Befund und in ca. 55 % Hinweise auf einen raumfordernden Prozeß im Hirnstrombild. Bei den infratentoriellen, hypophysären sowie diencephalen Geschwülsten (n=38) lagen die Prozentsätze positiver Befunde bei 70 und 60 %.
VIGOUROUX[83] (1967) konnte bei 200 intrakraniellen raumfordernden Prozessen in

83 % einen positiven Befund im Isotopenencephalogramm erheben. In 63 % war eine Artdiagnose möglich. Bei der Elektroencephalographie wurde in 76 % der Fälle ein pathologisches Hirnstrombild gefunden. Der Autor weist besonders daraufhin, daß Metastasen sowie Meningeome häufig mit der Isotopentechnik bereits erfaßt werden können, bevor sich EEG-Veränderungen nachweisen lassen.

PLANIOL und FISCHGOLD[58] (1965) fanden bei 126 Patienten mit sog. Spätepilepsie 48 mal einen Hirntumor. Hierbei ergab das Elektroencephalogramm 43 mal, die Isotopenuntersuchungen 44 mal einen krankhaften Befund.

WILCKE[87] (1970) konnte bei 683 Großhirntumoren durch Positronenszintigraphie in 80 % einen Tumornachweis erbringen. Durch die Kombination von Hirnstrombild und Szintigramm stieg die Quote positiver Befunde auf 91 % an. Bei positiven Befunden in B und D ist danach ein intrakranieller raumfordernder Prozeß wahrscheinlich.

2.3 Kombination CD

PLANIOL[55] (1967) berichtete über 262 Patienten mit supratentoriellen Tumoren, von denen bei kombinierter Anwendung der beiden Untersuchungsmethoden 94 % erfaßt wurden. Die Echoencephalographie allein ergab jedoch nur bei 69 % der Fälle einen positiven Hinweis auf einen intrakraniellen raumfordernden Prozeß.

2.4 Kombination ABD

WILCKE[87] (1970) ging der Frage nach, inwieweit die Hirnszintigraphie bei poliklinischen Untersuchungen in Kombination mit Röntgennativbildern des Schädels und EEG zu einer Verbesserung der Diagnostik von Hirntumoren beitragen kann. Unter 622 intrakraniellen Prozessen fand er in 80 % eine Anreicherung im Positronenszintigramm. Die Röntgenaufnahmen des Schädels ergaben in 50 % und das EEG in 65 % einen pathologischen Befund. Durch die kombinierte Anwendung der drei Methoden gelang es in 95 %, einen eindeutigen Tumorhinweis zu gewinnen.

WANG[84] (1969) untersuchte in gleicher Weise 44 Hirntumorkranke. Er fand in 33 % der Schädelübersichtsaufnahmen einen Hinweis auf das Vorliegen eines intrakraniellen raumfordernden Prozesses. Das EEG bot in 74 % und das Hirnszintigramm in 80 % der Fälle einen pathologischen Befund. Der Autor kommt durch die Kombina-

tion ABD ebenfalls zu einer Treffsicherheit von 95 % bei der Hirntumorsuche.

2.5 Kombination BCD

PLANIOL u. Mitarb.[59] (1966) haben Echoencephalographie, Elektroencephalographie und Isotopenencephalographie miteinander verglichen. Ihre Schlußfolgerungen sind in der folgenden Aufstellung zusammengefaßt:

EEG B	EchoEG C	IsotopenEG D	Beurteilung
-	-	-	Hirntumor wenig wahrscheinlich. Kontrolle
+	+	+	Hirntumor sicher
+	-	+	raumfordernder Prozeß wahrscheinlich (polar oder paramedian)
-	+	+	Zyste oder Astrozytom
+	-	-	nicht raumfordernde Läsion (polares Astrozytom, bilaterale Metastasen)

Die Autoren weisen darauf hin, daß der besondere Wert der Zusatzuntersuchungen in ihrer kombinierten Anwendung liegt.

2.6 Kombination ABCD

Zur klinischen "Schnelldiagnose von Hirntumoren" stellten sich DIETRICH und MISSBACH[15] (1968) die Frage, in welcher Weise in einer neurochirurgischen Klinik die präoperative Verweildauer verkürzt werden kann. Anhand von 25 unter Tumorverdacht stationär aufgenommenen Patienten prüften sie, inwieweit "ambulant durchführbare kurzfristige richtungweisende Diagnostik" möglich ist mittels einer neurologischen Untersuchung (einschließlich ophthalmologischer und otologischer Untersuchung), einfacher Röntgenbilder des Schädels (A), Elektroencephalographie (B), Echo-

encephalographie (C) und Isotopenencephalographie (D).
Die Autoren fanden bei Anwendung der oben beschriebenen Kombination in 18 Fällen einen Hirntumor und in 3 Fällen einen Hydrocephalus. Viermal gelang es, einen intrakraniellen Prozeß auszuschließen.
Trotz der geringen Zahl zeigt sich, daß die kombinierte Anwendung der Methoden ABCD in der Diagnostik von intrakraniellen raumfordernden Prozessen eine beachtenswerte Aussagekraft besitzt.
KOCH u. Mitarb.[45] (1968) fanden bei 131 histologisch oder operativ gesicherten supratentoriellen Tumoren bei 38,5 % auf den Röntgenschädelaufnahmen Hinweise auf einen raumfordernden Prozeß. Echoencephalographisch ergaben sich in 87 % der Fälle durch eine Mittelechoverlagerung Hinweise auf einen Tumor. Die gleiche Zahl positiver Befunde erbrachte das Hirnszintigramm, während das EEG nur in 55 % der Fälle pathologisch war. Bei Großhirnhemisphärentumoren betrug die Treffsicherheit der Ortsdiagnose bei Kombination von Elektroencephalographie und Hirnszintigraphie 92,7 %.

Eine Durchsicht der Literatur zeigt, daß Kombinationen von relativ einfachen, ambulant durchführbaren Zusatzuntersuchungen die Diagnose eines raumfordernden intrakraniellen Prozesses in einem hohen Prozentsatz sichern können.
Bei supratentoriellen Tumoren scheint die Kombination ABCD am erfolgreichsten zu sein.
Bei mittellinien- und basisnahen Prozessen haben alle Methoden eine hohe Versagerquote. In den meisten Fällen ergibt wenigstens ein Verfahren einen pathologischen Befund.
Bei der Voruntersuchung von Läsionen in der hinteren Schädelgrube ergibt das Echoencephalogramm den sichersten Hinweis, wenn die Größe des 3. Ventrikels bestimmt wird.
Aus den zitierten Arbeiten ist vielfach nicht ersichtlich, welche Steigerungsrate der Treffsicherheit bei Kombination der Zusatzuntersuchungen effektiv erreicht wird.

3. AUSSAGEKRAFT DER EINZELNEN UNTERSUCHUNGSMETHODEN - KRITERIEN FÜR DIE AUSWERTUNG

3.1 Röntgennativdiagnostik des Schädels (A)

Bei Verdacht auf Hirntumor sollten stets zuerst Röntgennativbilder des Schädels angefertigt werden, da vielfach schon dadurch die weitere Richtung der Diagnostik bestimmt werden kann (von ALBERT[2] 1969; FISCHGOLD und METZGER[23] 1960; MERREM[50] 1970; LINDGREN[49] 1954; SCHEID[69] 1968; YOUNG und Mitarb.[88] 1969). KOCH u. Mitarb.[45] (1968) fanden bei 131 Patienten mit supratentoriellen Tumoren in 38,5 % der Fälle pathologische Befunde auf den einfachen Röntgenaufnahmen des Schädels.

KRENKEL[46] (1967) berichtete über 324 Tumoren, wobei sogar in 60 % der Fälle die Röntgennativdiagnostik des Schädels auf einen intrakraniellen raumfordernden Prozeß hindeutete.

JIROUT[36] (1966) wies darauf hin, daß bei Erwachsenen in mehr als 50 % der Fälle beim Vorliegen eines intrakraniellen Tumors eine primäre bzw. eine sekundäre Sellaveränderung vorhanden ist. Bereits 6 Wochen nach Einsetzen einer intrakraniellen Drucksteigerung können sekundäre Sellaveränderungen erwartet werden.

Unter Röntgennativdiagnostik des Schädels verstehen wir im folgenden alle Aufnahmen, die ohne Verwendung eines Kontrastmittels angefertigt wurden unter Einschluß der Tomographie. Die Auswertung der Röntgenaufnahmen des Schädels wurden nach den in der Tabelle 1 angegebenen Kriterien vorgenommen.

Primäre und sekundäre Sellaveränderungen wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit zusammengefaßt. Unter "sonstigen Druckzeichen" werden sowohl verbreiterte oder gesprengte Schädelnähte und Zunahme der Impressiones digitatae, als auch lokale Veränderungen wie eine Erweiterung des Foramen opticum oder des Porus acusticus internus verstanden.

Unter 3.2 der Tabelle 1 sind alle pathologischen Verkalkungen im Schädelinnenraum zusammengefaßt, die weder mit den Gefäßen noch mit der Epiphyse und dem Plexus chorioideus in Zusammenhang stehen.

3.2 Elektroencephalographie (B)

In den Ganglienzellen des Gehirns entstehen Spannungsschwankungen, die auf chemische Reaktionen zurückgehen. Diese Potentialdifferenzen ändern sich sehr rasch (GIBBS und GIBBS[29] 1958; KUGLER[48] 1966). Mit der üblichen Ableitetechnik werden elektrische Phänomene von Ganglienzellgruppen erfaßt, die vornehmlich in der Hirnrinde entstehen. Subkortikale Hirnteile üben im Sinne von fördernden oder hemmenden Einflüssen eine modulierende Wirkung aus. Auch Afferenzen aus der Peripherie beeinflussen die endgültig registrierte elektrische kortikale Aktivität. Der kortikale Tonus wird durch den besonderen Einfluß der Formatio reticularis geregelt. Der hohe elektrische Widerstand zwischen Cortex und Haut bewirkt einen starken Spannungsabfall, wodurch nur die synchrone Aktivität von Ganglienzellgruppen zur Kopfhaut durchdringen kann. Dadurch ist alles, was im Elektroencephalogramm registriert wird, Ausdruck einer integrierten elektrischen Aktivität. Hieraus wird deutlich, daß die Beziehung zwischen anatomischer Struktur und Hirnstrombild zwangsläufig verschleiert ist. Rindennahe Prozesse führen überwiegend zu lokalen Spannungsreduktionen, während tieferliegende Prozesse, insbesondere wenn sie den Thalamus miteinbeziehen, mehr zu Spannungsaktivierungen und induzierten Rindenentladungen Anlaß geben. Häufig kommt es zu synchronen Mitentladungen auf der Gegenseite. Da aber die betroffene Seite fast immer stärkere Veränderungen aufweist, ist meistens eine Seitenbestimmung der Läsion möglich. Wenn aber ein Krankheitsprozeß in größerem Ausmaß centrencephale Strukturen (Hypothalamus, Mesencephalon) betrifft, so wird die Seitenlokalisation zunehmend schwieriger, weil dann mehr bilaterale Störungen auftreten (FAURE u. Mitarb.[20] 1951). Hirnstammläsionen und Prozesse der hinteren Schädelgrube können in gleicher Art zu bioccipitalen Amplitudenreduktionen und zu bilateralen Verlangsamungen führen (GIBBS und GIBBS[30] 1964).

Eine Artdiagnose erlaubt das Elektroencephalogramm nicht (ADAMS[1] 1968, BALMER und KARBOWSKI[4] 1969, KUGLER[48] 1966, SCHEID[69] 1968). Wohl wird allgemein anerkannt, daß langsam wachsende Prozesse erst spät EEG-Veränderungen verursachen; dagegen lassen sich bei rasch wachsenden Tumoren sehr früh pathologische Befunde erheben (STEINMANN[77] 1959).

Wie bereits erwähnt, ist bei Großhirnprozessen meist wenigstens eine Seitenlokalisation im Elektroencephalogramm möglich. Dagegen bieten die Läsionen in der hinte-

Tabelle 1. Kriterien für die Auswertung der Untersuchungsbefunde

A	Rö. Nativbilder d. Schädels	B	Elektro-encephalogramm	C	Echo-encephalogramm	D	Hirn-szintigramm
1	Normal	1	Normal u. leichte Allgemeinveränderung	1	Normal	1	Normal
2.1	Primäre und sekundäre Sella	2	Schwere Allgemeinveränderung	2.1	Mäßige Mittelechoverlagerung (2 - 5 mm)	2	Umschriebene Aktivitätsanreicherung
2.2	Sonstige Druckzeichen	3	Schwere Allgemeinveränderung und Herd	2.2	Starke Mittelechoverlagerung (mehr als 5 mm)		
2.3	Hyperostose	4	Herd oder Krampfherd	3	Durchmesser des 3. Ventrikels über Altersnorm		
2.4	Destruktion			4	Abnorme Echokomplexe u. Tumorechos		
3.1	Verkalkte verlagerte Epiphyse						
3.2	Pathologische extravasculäre intrakranielle Verkalkungen						

ren Schädelgrube und im Kleinhirnbrückenwinkelbereich häufig eine normale Hirnstromkurve (FISCHER[22] 1965, GIBBS und GIBBS[30] 1964, KRENKEL[46] 1967, NIEBELING[52] 1964). Im Spätstadium eines Hirntumors wird wegen der zunehmenden elektrobiologischen Veränderungen auch in größerem Abstand von der Geschwulst entfernt eine genauere lokalisatorische Angabe unmöglich (ADAMS[1] 1968, SCHWARZ[74] 1964). Bei supratentoriellen Prozessen findet sich in etwa 15 % der Fälle ein normales oder noch im Normbereich liegendes EEG (FISCHGOLD und DREYFUS-BRISAC[24] 1968, GIBBS und GIBBS[30] 1964, KUGLER[48] 1966, NIEBELING[52] 1964).

Die Angaben über die exakte Lokalisationsmöglichkeit von Großhirntumoren schwanken zwischen 50 und 84 % (BALMER und KARBOWSKI[4] 1969, KRENKEL[46] 1967, KUGLER[48] 1966, NIEBELING[52] 1964, STEINMANN[77] 1959). Bei einem frontalen Herdbefund ist die Lokalisation des zugrundeliegenden Prozesses am sichersten. Dagegen können temporale und parietale EEG-Veränderungen auch Ausdruck der Fernwirkung frontaler oder occipitaler Prozesse sein.

Bei infratentoriellen Prozessen sind die elektroencephalographischen Veränderungen wenig zuverlässig (FISCHER[22] 1965, FISCHGOLD und DREYFUS-BRISAC[24] 1968, KRENKEL[46] 1967, NIEBELING[52] 1964). Bei dieser Lokalisation ist in 16 - 32 % der Fälle ein normales Hirnstrombild zu erwarten.

Es würde den Rahmen dieser Untersuchung überschreiten, die Kriterien für die subtilere Beurteilung der Hirnstrombilder einzeln anzugeben. Wir beschränken uns daher auf die Definierung von vier EEG-Typen.

Unter B 1 (Tab. 1) verstehen wir ein normales oder leicht allgemeinverändertes Hirnstrombild. Als leichte Allgemeinveränderung bezeichnen wir bei Erwachsenen ein labiles alpha-EEG mit leicht schwankenden Amplituden, wobei Links-Rechts-Differenzen bis zu 30 % auftreten können. Da dieser Typ des Hirnstrombildes keine diagnostische Aussage erlaubt und bei ca. 10 % der Bevölkerung vorkommt (oft nach Hyperventilation und in Ermüdungsstadien - KUGLER[48] 1966), haben wir auch dieses EEG-Bild unter dem Normalbefund eingereiht.

Von B 2 - schweren Allgemeinveränderungen - sprechen wir bei dominierender theta-delta-Aktivität und reduzierter oder fehlender Reagibilität.

Unter B 3 haben wir diejenigen Fälle eingeordnet, bei denen neben schweren Allgemeinveränderungen eine zusätzliche, lokalisierte theta-delta-Aktivität bestand.

Unter B 4 - Herd oder Krampfherd - werden die Hirnstrombilder zusammengefaßt,

die eine umschriebene theta-delta-Aktivität bzw. die für eine Krampfbereitschaft typischen Muster zeigen.

3.3 Echoencephalographie (C)

Die eindimensionale Echoencephalographie (A-Bildmethode) hat sich in der ambulanten Tumordiagnostik als ein sehr brauchbares Verfahren erwiesen. Die diagnostischen Möglichkeiten der Echoencephalographie bestehen nach SCHIEFER und KAZNER[71] (1967) einerseits im indirekten Nachweis eines krankhaften Prozesses im Schädelinnern an Hand einer Verlagerung des Mittelechos oder abnorm lokalisierter Ventrikelwandechos, andererseits im direkten Nachweis krankhafter Prozesse durch Reflexionen von Tumoren, Zysten, Verkalkungen und Hämatomen.

Insbesondere in der Ambulanz erweist sich die Methode als sehr hilfreich. Innerhalb weniger Minuten kann eine Massenverschiebung der Mittelstrukturen des Gehirns festgestellt werden. Die Messung der Ventrikelweite erlaubt einen Einblick in den jeweiligen Zustand des Ventrikelsystems und läßt damit einen Hydrocephalus rasch erkennen (GREEBE[32] 1964, KAZNER und SCHIEFER[39] 1966, KAZNER, KUNZE und SCHIEFER[40] 1967, KRIJGSMAN[47] 1970, SCHIEFER und KAZNER[71] 1967).

Die Ergebnisse der eindimensionalen Echoencephalographie hängen sehr stark von der Erfahrung des Untersuchers ab (BROWN[9] 1968, HORENSTEIN u. Mitarb.[35] 1968, PIA und GELETNEKY[54] 1968, SCHIEFER[70] 1968, de VLIEGER[80] 1964, de VLIEGER[81] 1966, WEIGELDT und SCHRÖTER[85] 1968).

Die Zuverlässigkeit der Mittelechobestimmung liegt nach einer Literaturzusammenstellung von SCHIEFER und KAZNER[71] (1967) zwischen 92 und 99,5 %. Die Fehlerquote wird mit 2 bis 7 % angegeben (falsch-positive und falsch-negative Resultate).

Aus Vergleichsuntersuchungen zwischen echoencephalographischen und pneumencephalographischen Befunden geht hervor, daß die Übereinstimmung bei der Bestimmung der Breite des 3. Ventrikels bei über 90 % liegt (BETZ und HUBER[6] 1968, FLIEGE, BACKMUND und FEUERLEIN[25] 1968, FORD und AMBROSE[26] 1963, FORD und McRAE[27] 1966, GELETNEKY und KAZNER[28] 1968, GREEBE[31] 1964, KAZNER, KUNZE und SCHIEFER[40] 1967, SJÖGREN[75, 76] 1967 resp. 1968).

Bei Verlegung des 3. Ventrikels durch einen Tumor kann durch Berechnung des Hirnmantelindex (SCHIEFER und KAZNER[71] 1967) aus dem Echoencephalogramm die

Weite der Seitenventrikel bestimmt werden. Vom Schallstrahlenbündel direkt erfaßte Geschwülste verursachen häufig zusätzliche Reflexionen (Tumorechos), die eine über die Seitenlokalisation hinausgehende Ortsdiagnose zulassen.
Die Kriterien für die Beurteilung des Echoencephalogramms sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

3.4 Isotopenencephalographie (D)

Die Diagnostik von Hirntumoren mit radioaktiven Isotopen basiert auf der Anreicherung der radioaktiven Substanzen in den verschiedenartigsten intrakraniellen Prozessen, welche auf unterschiedliche Weise gemessen werden können.
Die Anreicherung des Radionuklids im krankhaft veränderten Gewebe beruht auf einer Permeabilitätsstörung (DEREYMAEKFR und de ROO[13] 1967; HAAS, DIETZ und WOLF[33] 1966; KOCH und Mitarb.[44] 1967; PLANIOL[57] 1969; de RAAD, OTTEN und van RIJN[62] 1968; SCHNEIDER, PREVOT und TZONOS[73] 1968; WILCKE[86] 1969; ZEIDLER[89] 1966).
Da im Rahmen einer ambulanten Diagnostik von Hirnprozessen gefordert werden muß, daß die Zusatzuntersuchungen schnell, zuverlässig und mit geringem technischen Aufwand ausführbar sein müssen, erscheint die Hirnszintigraphie mit Ableitung in mehreren Ebenen unter den verschiedenen Verfahren am geeignetsten. Als Isotopen haben sich Quecksilber-203-Chlormerodrin und Technetium-99m-Pertechnetat bewährt. Mit beiden Substanzen sind gleich gute Resultate zu erhalten (DI CHIRO und Mitarb.[14] 1968; FILSON und RODRIGUEZ-ATUNEZ[21] 1968; HAAS, DIETZ und WOLF[34] 1969; ROBERT und Mitarb.[64] 1969; SCHNEIDER, PREVOT und TZONOS[72] 1966; WILCKE[87] 1970; ZEIDLER und KOTTKE[90] 1969).
Die Anwendung von Technetium-Pertechnetat hat dennoch Vorteile, da seine Halbwertzeit nur 6 Stunden beträgt im Vergleich zu 47 Tagen für die von Hg-203-Chlormerodrin. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, eine höhere Dosis zu geben, wodurch schärfere Bilder entstehen und die Ableitung bereits 20 - 30 Minuten nach der Injektion des radioaktiven Stoffes erfolgen kann. Durch die höhere Aktivität wird auch eine kürzere Ableitzeit von ca. 30 Minuten möglich (van ECK[18] 1968; ZEIDLER und KOTTKE[90] 1969).
Wegen der hohen Strahlenbelastung der Nieren und der zusätzlichen nephrotoxischen

Wirkung des Quecksilber enthaltenden Chlormerodrins wurde dieses Isotop in letzter Zeit von dem Technetium-99m-Pertechnetat weitgehend verdrängt.

Der Nachweis von Großhirntumoren gelingt mit der Hirnszintigraphie nach Angaben der Literatur in 80 - 94,5 %, bei Prozessen der hinteren Schädelgrube in 57 - 84 % und bei Prozessen im Basis- und Mittellinienbereich in bis zu 50 % (van ECK und WOLDRING[16] 1966; van ECK[17] 1968; van ECK und WOLDRING[19] 1969; JOSEPH und Mitarb.[38] 1968; KLAR und Mitarb.[43] 1966; MÜLLER und ARNOLD[51] 1970; RÖSLER und HUBER[65] 1969; SANFORD und ANDY[68] 1969; SUMMER[78] 1968; ZITA[91] 1968; ZITA und SUMMER[92] 1966).

Die eigenen szintigraphischen Untersuchungen erfolgten teils unter Verwendung von Technetium-99m-Pertechnetat und teils unter Hg-Chlormerodrin.

Bei der Auswertung der Szintigramme haben wir nur zwischen normalen und pathologischen Befunden unterschieden. Lediglich Anreicherungen, die sich deutlich von der Umgebungsaktivität abhoben, wurden als pathologisch gewertet (s. Tab. 1).

4. EIGENE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Eigenes Krankengut

Für die vorliegende Studie wurden 226 Patienten mit operativ und/oder autoptisch gesicherten Hirntumoren aus den Jahren 1968 bis 1970 ausgewählt, von denen uns Röntgennativbilder des Schädels, ein Elektroencephalogramm, ein Echoencephalogramm und ein Hirnszintigramm zur Verfügung standen. Die Spezifität der Befunde wurde an einer Kontrollgruppe von 200 Patienten, bei denen Verdacht auf einen intrakraniellen raumfordernden Prozeß bestand, überprüft. Die Kranken aus der Kontrollgruppe stammen aus dem gleichen Zeitraum.
Bei allen 426 Patienten wurden nach Durchführung der ambulanten Diagnostik noch Kontrastmitteluntersuchungen vorgenommen, um die Tumoren für die nachfolgende Operation mit ihrer Gefäßversorgung exakt darzustellen oder um einen raumfordernden Prozeß mit Sicherheit auszuschließen.

Alters- und Geschlechtsverteilung

Die Abbildungen 1 a und 1 b zeigen die Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten der Tumor- und der Kontrollgruppe. Während sich bei den Patienten mit Hirntumoren entsprechend den bekannten Statistiken (z. B. ZÜLCH[93] 1958) eine Zunahme der Geschwülste mit steigendem Alter findet, sind in der Kontrollgruppe die Patienten ziemlich gleichmäßig verteilt.

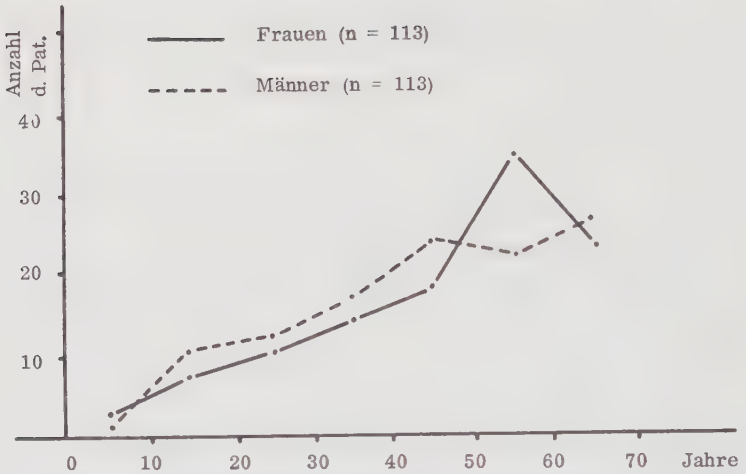
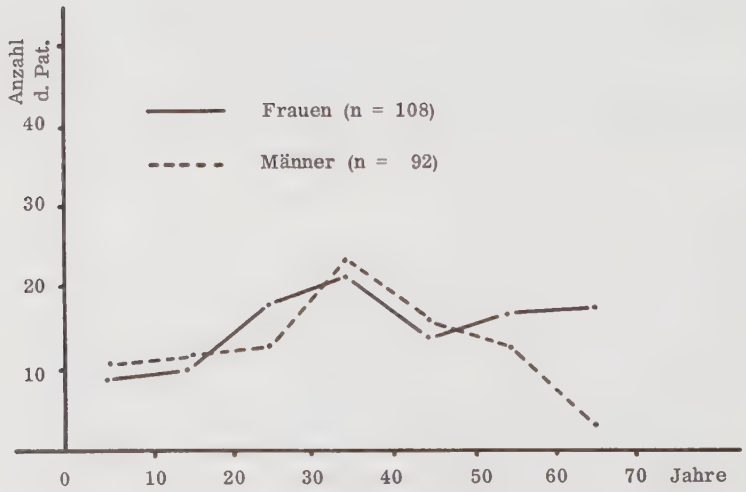


Abb. 1 a. Alters- und Geschlechtsverteilung bei 226 Patienten mit raumfordernden intrakraniellen Prozessen

Abb. 1 b. Alters- und Geschlechtsverteilung bei 200 Patienten der Kontrollgruppe



4.2 Untersuchungsergebnisse bei 226 histologisch gesicherten intrakraniellen raumfordernden Prozessen

4.2.1 Allgemeiner Überblick

Für die Auswertung erschien eine Unterteilung der raumfordernden Prozesse nach bestimmten Hauptlokalisationen zweckmäßig. Die vier Hauptgruppen - Großhirnhemisphäre, Mittelhirn, Schädelbasis und hintere Schädelgrube - wurden für eine differenziertere Beurteilung noch weiter aufgegliedert (s. Tab. 2). Für die Auswertung standen 226 Fälle mit neuroradiologisch, operativ/autoptisch und histologisch verfizierten intrakraniellen raumfordernden Prozessen zur Verfügung.
Tabelle 2 zeigt die Verteilung dieser Tumoren auf die einzelnen Lokalisationen, wobei erwartungsgemäß der Anteil der Großhirnhemisphärenprozesse (64 %) überwog. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Häufigkeit pathologischer Befunde in den einzelnen Untersuchungsmethoden und in ihren Kombinationen in Abhängigkeit von der Tumorlokalisation.
Die Treffsicherheit bei Kombination aller vier Methoden erreicht mit 98,2 % eine erstaunliche Höhe. Lediglich vier Tumoren zeigten bei keinem der Untersuchungsverfahren einen pathologischen Befund. Die Häufigkeit pathologischer Befunde nimmt von 46 % bei der Röntgennativdiagnostik des Schädels über 62 % bei der Elektroencephalographie bis 81 bzw. 80 % bei der Echoencephalographie resp. Hirnszintigraphie zu. Daraus ergibt sich, daß die Kombination AC weiterreichende Aufschlüsse bietet als die Kombination AB. Dies beruht einfach darauf, daß die Echoencephalographie ein, wenn auch ziemlich grobes, morphologisches Verfahren darstellt im Gegensatz zur Elektroencephalographie, mit der Funktionsstörungen des Gehirns erfaßt werden können. Zahlreiche morphologische Veränderungen (z. B. Hydrocephalus) führen aber nicht selten erst spät zu Veränderungen der bioelektrischen Aktivität des Gehirns. Durch die Kombination von A und C werden bereits 90 % aller Geschwülste erfaßt. Nimmt man noch die Hirnszintigraphie (D) hinzu, dann steigt zwar die Quote noch einmal um 7,8 % auf 97,8 % an. Mit Hilfe der Isotopentechnik kann darüber hinaus aber in 80 % aller Fälle eine genaue Lokalisation des raumfordernden Prozesses erfolgen, eine Quote, die nur noch von der Hirngefäßdarstellung erreicht bzw. übertroffen wird.

Tab. 2. Lokalisation von 226 histologisch gesicherten raumfordernden intrakraniellen Prozessen

Lokalisation					Total
I	Großhirnhemisphäre	1	Frontal	23	
		2	Präzentral	27	
		3	Temporal	38	
		4	Parietal Parasagittal	42	
		5	Occipital	14	
					144
II	Mittelhirn	1	3. Ventrikelbereich	1	
		2	Balken	2	
		3	Stammganglien	2	
					5
III	Schädelbasis	1	Sellabereich	7	
		2	Basis vordere Schädelgrube	7	
		3	Basis mittlere Schädelgrube	15	
					29
IV	Hintere Schädelgrube	1	Kleinhirn	20	
		2	Kleinhirnbrückenwinkel	20	
		3	Aquädukt, 4. Ventrikel, Foramen Magendi	3	
		4	Caudaler Hirnstamm und Pons	5	
					48
					226

Tab. 3. Häufigkeit pathologischer Befunde in den vier Untersuchungsmethoden und deren Kombinationen bei 226 Hirntumoren

	Lokalisation	Untersuchungsmethoden und Kombinationen																
		A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD	Nicht erfaßt	Total
I	Großhirn-hemisphäre	62	113	127	132	122	134	138	136	140	141	139	142	143	143	144	-	144
II	Mittelhirn	-	2	2	3	2	2	3	4	3	5	4	3	5	5	5	-	5
III	Schädelbasis	19	13	10	21	25	23	27	18	22	24	27	27	28	25	28	1	29
IV	Hintere Schädelgrube	24	11	43	24	28	44	35	44	26	44	45	36	45	44	45	3	48
	Total	105	139	182	180	177	203	203	202	191	214	215	208	221	217	222	4	226
	%	46	62	81	80	78	90	90	89,5	84,5	94	95	92	97,8	96	98,2	1,8	100

4.2.2 Kasuistik

Die mit keiner der vier Methoden erfaßten Hirntumoren sollen hier etwas ausführlicher erörtert werden.

Fall 1

Patientin R. I., 58 J., Nr. 5c/152/70

Diagnose: Walnußgroßes Tuberculum-Sellae-Meningeom

Seit 3 Jahren zunehmende Sehverschlechterung. Seit einem halben Jahr links fast vollständig erblindet. Visus rechts 5/10, links nur noch Handbewegungen. Beiderseits beginnende Abblassung der Papillen. Nasaler Gesichtsfeldrest links. Neurologisch sonst unauffällig. Röntgenaufnahmen des Schädels, EEG, EchoEG und Hirnszintigramm waren ohne Befund. Bei Pneumencephalographie zeigt sich ein ca. walnußgroßer suprasellärer Prozeß. Im Carotisangiogramm findet sich ebenfalls ein ca. walnußgroßer Tumor in der präsellären Region. Die homogene Anfärbung der Geschwulst weist auf ein Meningeom hin. Bei der Operation konnte das Tuberculum-Sellae Meningeom vollständig entfernt werden.

Der vorliegende Fall führt klar vor Augen, daß Anamnese und klinischer Befund vielfach bereits sehr genaue Lokalisationshinweise bieten können und keinesfalls zugunsten technischer Zusatzuntersuchungen vernachlässigt werden dürfen.

Fall 2

Patient N. D., 59 J., Nr. 5c/509/68

Diagnose: Karzinommetastase im linken Kleinhirnbrückenwinkelbereich von Taubeneigröße

Fünf Monate vor Aufnahme bemerkte der Patient eine linksseitige Gesichtslähmung. In den darauffolgenden Monaten kam es zu Ohrengeräuschen links und zu linksseitiger Schwerhörigkeit. Eine Woche vor Überweisung treten zusätzlich Schluckbeschwerden und Heiserkeit sowie heftige Kopfschmerzen auf. Die neurologische Untersuchung erbringt einen Ausfall der Hirnnerven VII, VIII, IX und X links. Weder Röntgenaufnahmen nach Stenvers noch die anderen Hilfsuntersuchungen zeigen einen pathologischen Befund. Lediglich auf den Tomogrammen in Stenverslage wurde der Verdacht auf eine Unschärfe der knöchernen Strukturen der linken Pyramidenspitze geäußert. Auch das Zisternogramm war normal. Der Liquorbefund liefert ebenfalls keine

diagnostischen Hinweise. Bei der operativen Freilegung des linken Brückenwinkels wurde ein derber, taubeneigroßer Tumor entfernt, der sich histologisch als eine Karzinommetastase erwies.
Bei dieser Beobachtung veranlaßten die neurologischen Ausfälle den operativen Eingriff, obwohl nicht einmal bei der Pneumencephalographie ein pathologischer Befund erkennbar wurde.

Fall 3

Patientin K. E., 67 J., Nr. 5a/59/68

Diagnose: Rechtsseitiges Acusticusneurinom von Walnußgröße

Seit einem Jahr klagt die Patientin über zunehmende Fallneigung nach rechts. Sechs Monate vor Aufnahme tritt eine Pelzigkeit in der rechten Gesichtshälfte auf. Außerdem kommt es zu wechselnden Hörstörungen auf der rechten Seite mit bewegungsabhängigem Schwindelgefühl. Die neurologische Prüfung ergibt eine Hemihypaesthesie der rechten Gesichtshälfte sowie eine rechtsseitige Taubheit und eine Unerregbarkeit des rechten Labyrinths. Außerdem besteht eine Fallneigung nach rechts. Während die Hilfsuntersuchungen keine zusätzliche Information bringen, deutet der Eiweißgehalt von 3,1 E. nach Kafka im lumbalen Liquor auf ein Acusticusneurinom hin.
Bei der Operation wurde ein walnußgroßes Neurinom im rechten Kleinhirnbrückenwinkel gefunden und total entfernt.
Auch bei diesem Fall zeigt sich, daß gerade Prozesse im Kleinhirnbrückenwinkelbereich den Zusatzuntersuchungen entgehen können, obwohl massive neurologische Ausfälle vorliegen.

Fall 4

Patientin K. M., 43 J., Nr. 5c/412/70

Diagnose: Rechtsseitiges Acusticusneurinom von Kirschgröße

Drei Monate vor Aufnahme erkrankt die Patientin mit starken rechtsseitigen Schläfen- und Hinterkopfschmerzen. Gleichzeitig kommt es zu einem plötzlichen Hörverlust rechts, einer rechtsseitigen Gesichtslähmung und Gefühlsstörungen in der rechten Gesichtshälfte. Der Gang wird zunehmend unsicher.
Neurologisch bietet sie einen Ausfall der Hirnnerven V, VII, VIII und IX rechts, einen unsystematisierten Schwankschwindel beim Gehen sowie einen Horizontalnystagmus. Die Zusatzuntersuchungen sind ohne Befund. Vertebralisangiogramm, Pneum-

encephalogramm sowie Liquor bieten normale Befunde.
Bei der operativen Freilegung des rechten Kleinhirnbrückenwinkels stellte sich ein kirschgroßes Neurinom dar, das in toto entfernt wurde.
Auch diese Beobachtung zeigt, daß die Region des Kleinhirnbrückenwinkels selbst unter Anwendung von Kontrastmitteluntersuchungen gelegentlich nicht sicher zu beurteilen und der klinische Befund für die Diagnosestellung entscheidend ist.

4.2.3 Spezielle Befunde in den einzelnen Untersuchungsmethoden

4.2.3.1 Röntgennativbilder des Schädels (A)

Bei 121 Patienten (54 %) (s. Tab. 4) wurde ein normaler Befund erhoben. Eine Sellaveränderung wurde in 27 % der Fälle festgestellt. Zehnmal zeigte sich eine Destruktion der Umgebung des Tumors. Es handelte sich dreimal um ein Keilbeinmeningeom, zweimal um ein Konvexitätsmeningeom, einmal um ein Glioblastom, dreimal um eine Karzinommetastase und einmal um ein Trigeminusneurinom. Lokal fanden sich jeweils Zeichen der Destruktion im Sinne von abnormer Osteoporose, Osteolyse oder kompletter Auflösung der knöchernen Strukturen. Bei 5 Patienten (2 %) fand sich eine knöcherne Veränderung in Form einer Hyperostose direkt im Bereich des Tumors. Es handelte sich hierbei in allen Fällen um Enostosen von Meningeomen (ein frontotemporales, ein occipitales, ein parasagittal gelegenes Meningeom sowie zwei Keilbeinmeningeome). Bei 14 Patienten (6 %) wurden sonstige Druckzeichen gesichert. Ein rechts-links Unterschied der Weite des Porus acusticus internus von mehr als 2 mm ließ sich bei 5 von 13 Acusticusneurinomen feststellen. Einmal fand sich eine Erweiterung des Foramen opticum bei einem 7-jährigen mit einem Spongioblastom des Opticus. Dreimal konnten vermehrte Impressiones digitatae im Sinne eines Wolkenschädels beobachtet werden. Fünf Kinder mit Hirntumoren wiesen eine Verbreiterung der Schädelnähte vorwiegend im Bereich der Sutura coronaria auf.
Bei 20 Patienten bestand eine Seitenverlagerung der verkalkte Epiphyse. In 13 Fällen (6 %) wurden pathologische extravaskuläre Verkalkungen beobachtet.
Bei manchen Patienten ließen sich gleichzeitig mehrere pathologische Befunde im Röntgennativbild nachweisen, so daß eine Addition der einzelnen Gruppen nicht möglich ist.
Primäre und sekundäre Sellaveränderungen sowie die verkalkte-verlagerte Epiphyse

Tab. 4. Spezielle Befunde in den einzelnen Untersuchungsmethoden bei 226 Hirntumoren

	A Rö. Schädel			B EEG			C ECHO			D Szintigramm	
	Anzahl d. Pat.	Prozent		Anzahl d. Pat.	Prozent		Anzahl d. Pat.	Prozent		Anzahl d. Pat.	Prozent
1+	121	54	1+	87	38	1+	44	19	1+	46	20
2.1	62	27	2	20	9	2.1	77	34			
2.2	14	6	3	17	7	2.2	61	27	2	180	80
2.3	5	2	4	102	45	3	45	20			
2.4	10	4				4	11	5			
3.1	20	9									
3.2	13	6									

+ = Die Einteilung der Gruppen erfolgte nach den Kriterien der Tabelle 1

sind die wichtigsten Hinweise auf einen Tumor im Röntgennativbild des Schädels beim Erwachsenen, beim Kind dagegen die Nahtsprengung und der Wolkenschädel.

4.2.3.2 Elektroencephalogramm (B)

Pathologische Elektroencephalogramme fanden wir bei 139 Patienten (62 %). Bei 20 Patienten (9 %) waren nur schwere Allgemeinveränderungen zu registrieren. Bei 17 Patienten (7 %) konnten neben einem Herdbefund zusätzlich schwere Allgemeinveränderungen festgestellt werden und bei 102 Patienten (45 %) bestanden ein Herdbefund oder Krampfpotentiale im Hirnstrombild (s. Tab. 4).

4.2.3.3 Echoencephalogramm (C)

Die echoencephalographischen Befunde sind ebenfalls in der Tabelle 4 zusammengefaßt. Bei 44 Patienten war das EchoEG unauffällig (19 %). Bei 138 Patienten fand sich eine Verlagerung der Mittelstrukturen (61 %), die bei 61 Patienten 5 mm überstieg. Bei 45 Patienten (20 %) wurde eine Erweiterung des 3. Ventrikels festgestellt. Abnorme Echokomplexe (Tumorechos) ließen sich bei 11 Patienten registrieren. Insgesamt war das Echoencephalogramm bei 182 Patienten (81 %) pathologisch.
Durch die Möglichkeit ,Verschiebungen der Medianstrukturen des Gehirns und Erweiterungen des Ventrikelsystems sofort erkennen zu können, kommt der Echoencephalographie in der ambulanten Hirntumordiagnostik eine entscheidende Bedeutung zu.
Bei Großhirntumoren zeigten 88 % eine Mittelechoverlagerung. Bei den raumfordernden Prozessen in der hinteren Schädelgrube bestand in 85 % der Fälle eine echoencephalographisch meßbare Erweiterung des 3. Ventrikels. Zu den Prozessen im Bereich des Mittelhirns läßt sich auf Grund der geringen Fallzahl keine bestimmte Aussage machen.
Es ist aber bekannt, daß der durch Blockade des 3. Ventrikels oder der Foramina Monroi entstehende Hydrocephalus echoencephalographisch erfaßbar ist und zahlreiche Tumoren im Bereich des 3. Ventrikels pathologische Reflexionen verursachen können. Hirntumoren, die eine Beziehung zur Schädelbasis besitzen, entziehen sich sehr häufig einem echoencephalographischen Nachweis.

4.2.3.4 Hirnszintigramm (D)

Eine tumorverdächtige, umschriebene Mehrspeicherung fand sich bei 180 Patienten (80 %) der Tumorgruppe (s. Tab. 4). Dabei war die Quote für supratentorielle Prozesse mit 88 % erheblich höher als für Prozesse der hinteren Schädelgrube, wo sich nur in 50 % der Tumoren eine entsprechende Anreicherung fand (s. Tab. 3).

4.2.3.5 Diskussion der Einzelergebnisse

Eine Zusammenstellung von 990 Hirntumoren aus der Literatur (WILCKE[86] 1969; WANG[84] 1969; KRENKEL[46] 1967) zeigt, daß bei 47,6 % der Patienten bei der Röntgennativdiagnostik des Schädels pathologische Befunde erhoben wurden. Die eigenen Ergebnisse liegen mit 46 % in gleicher Höhe. Auch beim Vergleich der einzelnen röntgenologischen Zeichen ergibt sich eine völlige Übereinstimmung.
So stehen z. B. 28 % Sellaveränderungen in der Literatur (KRENKEL[46] 1967; KOCH u. Mitarb.[45] 1968; n=324 resp. 131) 27 % im eigenen Krankengut gegenüber (n = 226).
Auch bei den anderen röntgenologischen Zeichen besteht eine ähnliche Übereinstimmung. So fanden wir in unserem Krankengut in 17 % der Fälle eine Sellaveränderung als einziges röntgenologisches Zeichen. KOCH sowie KRENKEL berichten über 17,6 % resp. 18 % derartige Befunde.
Wir konnten in 9 % der Hirntumoren eine verkalkte-verlagerte Epiphyse beobachten. Demgegenüber steht die Angabe von KOCH u. Mitarb. mit 5,5 % derartiger Befunde. DECKER[12] (1960) und JONGERT und VEENHUYZEN[37] (1970) sowie TAVERAS und WOOD[79] (1964) geben an, daß Verkalkungen im Bereich der Zirbeldrüse sogar bis zu 70 % erwartet werden können. Diese Angaben beziehen sich aber auf die seitlichen Schädelübersichtsaufnahmen.

In der Literatur wird die Häufigkeit eines pathologischen Elektroencephalogramms bei Hirntumoren mit 65 - 76 % angegeben (WILCKE[87] 1970; WANG[84] 1969; VIGOUROUX[83] 1967). Das eigene Ergebnis von 62 % pathologischen Hirnstrombildern erreicht diese Frequenz nicht ganz. Bei den supratentoriellen Prozessen schwankt die Häufigkeit pathologischer Elektroencephalogramme nach Literaturangaben zwischen 50 und 81 % (CABRINI, MAROSSERO und VILLANI[10] 1968; GIBBS und GIBBS[30] 1964;

KOCH und Mitarb.[44] 1967; KUGLER[48] 1966; NIEBELING[52] 1964; de VLIEGER, de LANGE und GERSIE[82] 1969). Wir beobachteten bei dieser Lokalisation in 79 % ein pathologisches Hirnstrombild.

FORD und AMBROSE[26] (1963) fanden bei 217 Patienten mit Hirngeschwülsten in 63 % der Fälle ein pathologisches Echoencephalogramm. Unter 630 Hirntumoren konnten SCHIEFER und KAZNER[71] (1967) in 84,6 % abnorme Echoencephalogramme registrieren. Am eigenen Krankengut war das Ultraschallbild bei 81 % der Patienten mit Hirntumoren pathologisch.

Bei den supratentoriellen raumfordernden Prozessen (n= 178) sank der Anteil abnormer Ultraschallbilder auf 78 % ab. In der Literatur schwanken die Angaben über die Häufigkeit pathologischer Echoencephalogramme bei Tumoren im supratentoriellen Raum zwischen 63 und 74 % (KAZNER und KUNZE[41] 1968; PLANIOL[56] 1968; SCHIEFER und KAZNER[71] 1967; de VLIEGER, de LANGE und GERSIE[82] 1968).

Bei den Großhirnhemisphärentumoren fanden wir in 88 % der Fälle einen pathologischen Befund im Ultraschallbild. Die oben erwähnten Autoren fanden für Tumoren dieser Lokalisation in 70 % (PLANIOL n=262), 86 % (de VLIEGER u. Mitarb. n=200) resp. in 93 % (SCHIEFER und KAZNER n=352) der Fälle echoencephalographische Hinweise für einen intrakraniellen raumfordernden Prozeß.

Bei Prozessen der hinteren Schädelgrube fanden wir insgesamt in 89,5 % einen pathologischen Befund im EchoEG.

BROCKHOF, KAZNER und SCHIEFER[8] (1969) beobachteten unter 200 Tumoren dieser Lokalisation in 91,5 % eine Ventrikelerweiterung. ARNOLD und VOIGTSBERGER[3] 1971) sahen dagegen nur in 63 % unter 47 derartigen Fällen eine Erweiterung des Ventrikelsystems.

Eine Literaturzusammenstellung (PLANIOL[60] 1967; de RAAD[61] 1968; VIGOUROUX[83] 1967; WANG[84] 1969; WILCKE[86] 1969) von 914 Hirntumoren zeigt, daß mit der Isotopenencephalographie 83 % der Fälle nachzuweisen sind. Das eigene Ergebnis mit 80 % positiver Befunde korreliert gut mit diesem Resultat.

Bei den supratentoriellen Prozessen fanden wir in 88 % eine umschriebene Anreicherung im Hirnszintigramm. Dieser Wert stimmt überein mit den Angaben von CABRINI, MAROSSERO und VILLANI[10] 1968 (n=126) und mit denen von CASTELLI, PAOLETTI und VILLANI[11] 1968 (n= 188). Die Autoren ermittelten in 87,3 % resp. 84,5 %

einen positiven szintigraphischen Befund bei Tumoren dieser Lokalisation. Bei Großhirnhemisphärentumoren konnten CASTELLI u. Mitarb.[11] in 94,5 % (n=146), KOCH u. Mitarb.[45] in 87,1 % (n=110) und WILCKE[87] in 80 % (n=683) der Fälle durch die Isotopenencephalographie eine richtige Tumorlokalisation erreichen. Im eigenen Krankengut ließ sich in Übereinstimmung mit diesen Autoren bei 144 Großhirnhemisphärentumoren in 92 % der Fälle eine umschriebene Anreicherung im Szintigramm registrieren. Von den Tumoren der hinteren Schädelgrube (n=48) ließen sich im eigenen Krankengut nur 50 % szintigraphisch nachweisen. Die Angaben in der Literatur zum szintigraphischen Nachweis infratentorieller Tumoren reichen von 57 % bis zu 84 % (CASTELLI, PAOLETTI und VILLANI[11] 1968; de ROO[66] 1968; WILCKE[87] 1970; n = 26, 20 resp. 30).

4.2.4 Einfluß von Lokalisation und Histologie raumfordernder Prozesse auf die Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen und deren Kombinationen

4.2.4.1 Lokalisation

Die Lokalisation von Hirntumoren beeinflußt die Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen und ihrer Kombinationen in erheblich stärkerem Maße als der feingewebliche Aufbau der Geschwülste. Die Seitenlokalisation von Tumoren im Großhirnhemisphärenbereich an Hand einer verkalkten-verlagerten Epiphyse im Röntgen-AP-Bild des Schädels spielt nur eine untergeordnete Rolle. Sie wird durch den echoencephalographischen Befund einer Mittelechoverlagerung erheblich übertroffen, da der Nachweis einer Massenverschiebung im Ultraschallbild keine röntgenologisch erkennbare Verkalkung erfordert.

Die Domäne der Elektroencephalographie sind die Großhirnhemisphärenprozesse. Bei derartigen Tumoren konnte in 78 % ein pathologisches Hirnstrombild abgeleitet werden, wobei sich die temporalen Geschwülste am sichersten erfassen ließen (90 %) (s. Tabelle 5).

Unter den Prozessen der Großhirnhemisphären entgehen der Echoencephalographie nur kleinere frontale sowie ein Teil der Geschwülste der Mantelkante (18 % negative Befunde). Im vorliegenden Krankengut wiesen alle temporalen Tumoren eine Mittelechoverlagerung auf (s. Tab. 5). Hochgradige Massenverschiebungen (8 mm und

Tab. 5. Einfluß der Lokalisation von Großhirnhemisphärentumoren auf die Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen

	Lokalisation	Pathologische Befunde in den einzelnen Methoden und deren Kombinationen															
		A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD	Total
1	Frontal	12	17	20	22	21	21	23	22	22	23	22	22	23	23	23	23
2	Präzentral	16	22	23	26	25	26	27	25	26	26	27	27	27	26	27	27
3	Temporal	13	34	38	33	35	38	35	38	36	38	38	37	38	38	38	38
4	Parietal Parasagittal	13	30	33	38	31	36	39	38	42	40	39	42	41	42	42	42
5	Occipital	8	10	13	13	10	13	14	13	14	14	13	14	14	14	14	14
	Total	62	113	127	132	122	134	138	136	140	141	139	142	143	143	144	144
	%	43	78	88	92	85	93	96	94,5	97	98	96,5	98,5	99	99	100	100

mehr) werden bei Patienten jenseits des 10. Lebensjahres fast ausschließlich bei temporalen und occipitalen Tumoren beobachtet. Bei Kindern kommen derartige Massenverschiebungen bei allen Tumorlokalisationen vor.
Großhirnhemisphärentumoren können in 92 % der Fälle szintigraphisch exakt lokalisiert werden. Bei Hinzunahme der raumfordernden Prozesse im Mittelhirn- und Schädelbasisbereich sinkt der Prozentsatz positiver Befunde auf 88 % ab.
Bei den Geschwülsten des Mittelhirns und der Schädelbasis erbringt das EEG nur in einem geringen Prozentsatz unspezifische Hinweise. Ebenso ist das EchoEG bei Tumoren der Schädelbasis unergiebig; bei Prozessen des Mittelhirns lassen sich aber in einem Großteil der Fälle pathologische Echokomplexe von den Tumoren selbst und die Zeichen einer Erweiterung der Seitenventrikel feststellen. Zahlreiche Tumoren im Schädelbasisbereich verursachen Veränderungen am Knochen, die durch die Röntgendiagnostik erfaßt werden können. Vor allem Geschwülste im Sellabereich sind fast ohne Ausnahme auf den Schädelübersichtsaufnahmen sicher zu diagnostizieren. Das Vorliegen einer Drucksella liefert dagegen keinen näheren lokalisatorischen Hinweis. Die Nahtsprengung bei Kindern bildet hinsichtlich der Lokalisation ebenfalls ein unspezifisches Zeichen.
Zur Diagnostik der Prozesse im infratentoriellen Raum können die Röntgennativbilder des Schädels, Elektroencephalogramm und Hirnszintigramm nur in geringem Maße beitragen. Hier erweist sich die Echoencephalographie als die überlegene Methode. So verursachten alle Kleinhirntumoren sowie der überwiegende Teil der Kleinhirnbrückenwinkeltumoren eine im Ultraschallbild nachweisbare Erweiterung des 3. Ventrikels.

4.2.4.2 Histologie

Astrozytome Grad I und II entgehen relativ häufig dem szintigraphischen Nachweis (1/3 negative Befunde). Die Kombination mit den anderen Untersuchungsmethoden gleicht aber diesen Nachteil der szintigraphischen Methode völlig aus. Bei langsamwachsenden Gliomen sowie bei Meningeomen war die Häufigkeit pathologischer Befunde im Röntgennativbild des Schädels am größten. So fanden sich unter 87 derartigen Tumoren 45 Fälle (52 %) mit Drucksella und/oder Veränderungen des Schädelknochens in direkter Nachbarschaft des Tumors (Tab. 6). Während bei diesen Tumoren

Tab. 6. Einfluß der Histologie raumfordernder Prozesse auf die Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen

Histologische Diagnose	Pathologische Befunde in den einzelnen Methoden und deren Kombinationen																
	A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD	Nicht erfaßt	Total
Astrozytom I - II	10	15	14	12	17	16	16	17	16	17	18	17	18	17	18	-	18
Glioblastom	12	33	35	39	33	36	39	38	39	39	38	39	39	39	39	-	39
Hypophysenadenom/ Kraniopharyngeom	8	2	3	3	8	8	8	4	3	5	8	8	8	5	8	-	8
Meningeom	26	24	35	47	34	42	48	39	47	49	44	48	49	49	49	1	50
Metastasen	6	20	21	19	20	21	19	22	22	21	22	22	21	22	22	1	23
Oligodendrogliom	9	14	16	17	17	18	18	17	19	18	18	19	19	19	19	-	19
Sonstiges	13	18	27	23	24	29	27	31	23	32	32	27	32	32	32	-	32

auch mit den anderen Methoden meist ein pathologischer Befund zu erheben ist, vermag bei intra- und supraselläre Prozessen allein das Röntgenbild weitere diagnostische Aufschlüsse zu geben.

Entsprechend der kurzen Vorgeschichte bei Glioblastomen und Hirnmetastasen und dem raschen Wachstum dieser Tumoren sind hier nur selten Veränderungen am knöchernen Schädel zu erwarten (29 % path. Befunde). Dagegen erreicht die Hirnszintigraphie hier mit einer Trefferquote von 94 % ein ebenso gutes Resultat wie bei den Meningeomen. Bei dieser Tumorgruppe fällt dagegen die relativ niedrige Frequenz pathologischer Befunde im Elektroencephalogramm auf (48 %). Dementsprechend liefert die in der Praxis am häufigsten angewandte Kombination AB (Röntgennativbilder des Schädels - Elektroencephalogramm) hier mit Abstand das schlechteste Resultat.

4.3 Untersuchungsergebnisse bei 200 Kontrollfällen

Um die Spezifität pathologischer Befunde der vier Zusatzuntersuchungen zu überprüfen, wurde eine Kontrollgruppe von 200 Tumorverdachtsfällen in gleicher Weise untersucht. Ein Hirntumor konnte bei diesen Patienten durch die weiteren Untersuchungen ausgeschlossen werden. Das Kollektiv stammt ebenfalls aus den Jahren 1968 - 1970.

Das Krankengut wurde nach der im Vordergrund stehenden klinischen Symptomatik unterteilt (s. Tab. 7).

Unter 1 sind Patienten mit zerebralen Krampfanfällen zusammengefaßt. Die Untergruppe 2 enthält Patienten, bei denen eine neurologische Symptomatik vorlag, charakterisiert durch eine lange Kopfschmerzanamnese, vorübergehende oder bleibende Paresen, Spastik, Sensibilitätsausfälle, Sehstörungen oder durch ein organisches Psychosyndrom. Diese Patienten wurden zum Ausschluß eines Großhirntumors durchuntersucht.

Unter 3 sind die Fälle aufgeführt, bei denen ein Kleinhirn- oder ein Kleinhirnbrükkenwinkelsymptomatik bestand mit Kopfschmerzen, Stauungspapillen, Nystagmus, Hörstörungen, Gangunsicherheit, Schwindelzuständen und Kooordinationsstörungen.

In die vierte Gruppe sind alle Patienten eingeordnet, bei denen eine entzündliche oder degenerative Erkrankung des Gehirns vorlag. Die Gruppe 5 umfaßt alle Patienten mit zerebralen Gefäßprozessen: komplette oder partielle Gefäßverschlüsse sowie

Tab. 7. Häufigkeit pathologischer Befunde in den vier Untersuchungsmethoden und deren Kombinationen in der Kontrollgruppe (200 Pat.)

	Diagnose	Untersuchungsmethoden und Kombinationen																
		A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD	Neg. Befunde	Total
1	Anfallsleiden	1	14	8	2	14	8	15	16	15	8	16	15	8	16	16	25	41
2	z.A. Großhirntumor	6	11	5	4	17	11	10	14	14	8	20	20	14	17	23	87	110
3	z.A. Tumor der hinteren Schädelgrube/ d. Kleinhirnbrückenwinkels	2	-	-	-	2	2	2	-	-	-	2	2	2	2	2	9	11
4	Entzündlicher/ degenerativer Prozeß	1	1	1	3	1	2	3	2	3	4	2	3	4	4	4	8	12
5	Hirngefäßprozeß	-	6	1	10	6	1	10	6	12	10	6	12	10	12	12	14	26
	Total	10	32	15	19	40	24	40	38	44	30	46	52	38	51	57	143	200
	%	5	16	7,5	9,5	20	12	20	19	22	15	23	26	19	25,5	28,5	71,5	100

alle Arten von zerebralen Durchblutungsstörungen. In Tabelle 8 sind normale und pathologische Befunde in den einzelnen Zusatzuntersuchungen bei den 200 Patienten der Kontrollgruppe nach den Kriterien der Tabelle 1 zusammengefaßt. Ein erster Blick zeigt bereits, daß bei allen vier ambulant durchführbaren Hilfsuntersuchungen in einem hohen Prozentsatz (84 - 95 %) Normalbefunde erhoben wurden.

4.3.1 Röntgennativbilder des Schädels (A)

Bei 190 Patienten boten die Schädelübersichtsaufnahmen keine Besonderheiten (s. Tab. 8). Viermal wurde eine Vergrößerung der Sella angenommen. Bei einem dieser Patienten wurde die Diagnose Pseudotumor cerebri gestellt, ohne daß die Ursache der Stauungspapillen zu klären war. Bei den übrigen drei Patienten konnte überhaupt kein Hinweis auf die Ursache der Sellaveränderung gefunden werden.
Bei zwei Patienten zeigten die Schädelübersichtsaufnahmen eine Knochendestruktion. In beiden Fällen handelte es sich um Frauen (48 resp. 61 J.) mit einem osteolytischen Prozeß im Schädeldach, ohne daß eine intrakranielle Beteiligung vorhanden war. Bei einem 13-jährigen Mädchen lag eine umschriebene Verdickung der Schädelkalotte vor. Es handelte sich um ein Osteom, das sich auf der Innenfläche nur minimal vorwölbte.
Bei einer Patientin mit Stauungspapillen, Doppeltsehen und Schwindelgefühl zeigte die Schädelübersichtsaufnahme sehr ausgeprägte Impressiones digitatae, die zunächst an eine chronische intrakranielle Drucksteigerung denken ließen. Bei den weiteren Untersuchungen ergaben sich dafür keine Anhaltspunkte. Bei einem 8-jährigen Mädchen mit Hydrocephalus communicans waren die Schädelnähte verbreitert. Bei einem 55-jährigen Patienten fand sich eine Erweiterung des rechten Porus acusticus internus, die zu einer Probefreilegung Anlaß gab. Es wurden lediglich arachnitische Verklebungen im Bereich des Porus vorgefunden.

4.3.2 Elektroencephalogramm (B)

Das Hirnstrombild war bei 168 Patienten (84 %) normal (s. Tab. 8). In zwei Fällen wurden schwere Allgemeinveränderungen ohne Herd nachgewiesen. Beide Patienten litten seit Jahren an Krampfanfällen. Bei einem der Patienten war auch das Mittel-

Tab. 8. Spezielle Befunde in den einzelnen Untersuchungsmethoden bei 200 Kontrollfällen

A			B			C			D		
Rö. Schädel			EEG			ECHO			Szintigramm		
	Anzahl d. Pat.	Prozent		Anzahl d. Pat.	Prozent		Anzahl d. Pat.	Prozent		Anzahl d. Pat.	Prozent
1+	190	95	1+	168	84	1+	185	92,5	1+	181	90,5
2.1	4	2	2	2	1	2.1	7	3,5			
2.2	3	1,5	3	4	2	2.2	1	0,5	2	19	9,5
2.3	1	0,5	4	26	13	3	4	2			
2.4	2	1				4	3	1,5			
3.1	-	-									
3.2	-	-									

+ = Die Einteilung der Gruppen erfolgte nach den Kriterien der Tabelle 1

echo verschoben. Die Ergebnisse der Kontrastmitteluntersuchungen waren aber unauffällig.
Das EEG von vier Patienten wies schwere Allgemeinveränderungen mit einem Herd auf. Bei diesen vier Patienten bestand ein zerebraler Gefäßprozeß.
In 26 Fällen war im Elektroencephalogramm ein Herd bzw. ein Krampfherd vorhanden (s. Tab. 8). Bei 13 Patienten dieser Gruppe bot nur das EEG einen abnormen Befund, wobei der EEG-Herd bei 10 Patienten mit der klinischen Herdsymptomatik korrelierte. Bei den restlichen 13 Patienten war auch in der einen oder anderen Zusatzuntersuchung oder in den Kontrastmitteluntersuchungen ein pathologischer Befund zu erheben.

4.3.3 Echoencephalogramm (C)

Unter den 200 Patienten der Kontrollgruppe wurde 15-mal ein pathologischer Befund festgestellt (s. Tab. 8). In 8 Fällen bestand eine Mittelechoverlagerung, die nur einmal 5 mm überstieg. Es handelte sich dabei um einen 37-jährigen Mann mit einer haemorrhagischen Erweichung, die als raumfordernder Prozeß wirkte. Siebenmal betrug die Verlagerung des Mittelechos 2 - 3 mm, ein Wert, der von den meisten Autoren als Grenzwert angesehen wird. Dreimal war hier auch das EEG pathologisch (Anfallsleiden), durch Kontrastmitteluntersuchungen konnte aber ein raumfordernder intrakranieller Prozeß ausgeschlossen werden.
Viermal wurde eine Erweiterung des 3. Ventrikels beobachtet (7,5/8/11/14 mm). In allen Fällen lag ein hirnatrophischer Prozeß zugrunde.
In drei Fällen wies das Echoencephalogramm pathologische Echokomplexe auf, für die jedoch bei den weiteren Untersuchungen kein Korrelat gefunden werden konnte. Es muß sich demnach um eine Fehlinterpretation des Ultraschallbildes gehandelt haben.

4.3.4 Hirnszintigramm (D)

Bei 19 Patienten der Kontrollgruppe (9,5 %) wies das Hirnszintigramm eine umschriebene Aktivitätsanreicherung auf (s. Tab. 8). Der erste Patient war ein 37-jähriger

Mann mit einer Granatsplitterverletzung rechts-parietal, mit Jackson-Anfällen und einer inkompletten Halbseitenparese. Im EEG fand sich ein Herd, und echoencephalographisch wurde eine Erweiterung des 3. Ventrikels festgestellt. Es wurde zunächst ein traumatischer Spätabszeß vermutet; die Kontrastmitteluntersuchungen ergaben jedoch Normalbefunde. Der zweite Patient, ein 58-jähriger Mann, litt an generalisierten Krampfanfällen. Es fand sich eine geringe Verlagerung der Mittelstrukturen im Echoencephalogramm und eine Anreicherung im Hirnszintigramm, die uns in Zusammenhang mit einem unklaren Befund im Angiogramm zu einer Probefreilegung veranlaßte. Es fand sich jedoch weder ein Tumor noch ein sonstiger raumfordernder Prozeß. Bei vier weiteren Patienten bestanden umschriebene Anreicherungen, ohne daß die neuroradiologischen Untersuchungen Hinweise für einen raumfordernden Prozeß boten.
Der Grund der szintigraphisch nachweisbaren Mehrspeicherung ist hier wie in dem vorangegangenen Fall unklar geblieben.
Bei drei Patienten ging die Anreicherung im Hirnszintigramm auf eine entzündliche Gehirnerkrankung zurück.
Die 10 übrigen Patienten mit positivem szintigraphischen Befund hatten einen Schlaganfall durchgemacht. Die Anreicherung im Hirnszintigramm korrelierte in diesen Fällen gut mit den Ergebnissen der Kontrastmitteluntersuchungen.

4.4 Besprechung der Ergebnisse - Vergleich der Tumor- und der Kontrollgruppe

Um den tatsächlichen Wert pathologischer Befunde in den Schädelübersichtsaufnahmen, im Elektroencephalogramm, Echoencephalogramm oder Hirnszintigramm für die Hirntumordiagnostik bestimmen zu können, müssen die Ergebnisse der Tumor- und der Kontrollgruppe weiter aufgeschlüsselt und einander gegenübergestellt werden.
Tabelle 9 gibt einen Überblick über die normalen und pathologischen Befunde in den einzelnen Untersuchungsmethoden bei den 226 Tumoren und den 200 Kontrollfällen, aufgegliedert nach der Art des Befundes.
In der Graphik in Abbildung 2 werden die prozentualen Häufigkeiten aller pathologischen Befunde in den Untersuchungsmethoden A bis D und deren gebräuchlisten Kombinationen bei den operativ verfizierten Tumoren den Ergebnissen der Kontrollgruppe gegenübergestellt.

Tab. 9. Prozentuale Häufigkeit normaler und pathologischer Befunde in den einzelnen Untersuchungsmethoden bei 226 Hirntumoren (Tu) im Vergleich mit 200 Kontrollfällen (Kt)

	A Rö. Schädel			B EEG			C ECHO			D Szintigramm	
	Tu	Kt		Tu	Kt		Tu	Kt		Tu	Kt
	Prozent			Prozent			Prozent			Prozent	
1+	54	95	1+	38	84	1+	19	92,5	1+	20	90,5
2.1	27	2	2	9	1+	2.1	34	3,5			
2.2	6	1,5	3	7	2	2.2	27	0,5	2	80	9,5
2.3	2	0,5	4	45	13	3	20	2			
2.4	4	1				4	5	1,5			
3.1	9	-									
3.2	6	-									
Total path. Befunde	46	5	Total path. Befunde	62	16	Total path. Befunde	81	7,5	Total path. Befunde	80	9,5

+ = Die Einteilung der Gruppen erfolgte nach den Kriterien der Tabelle 1

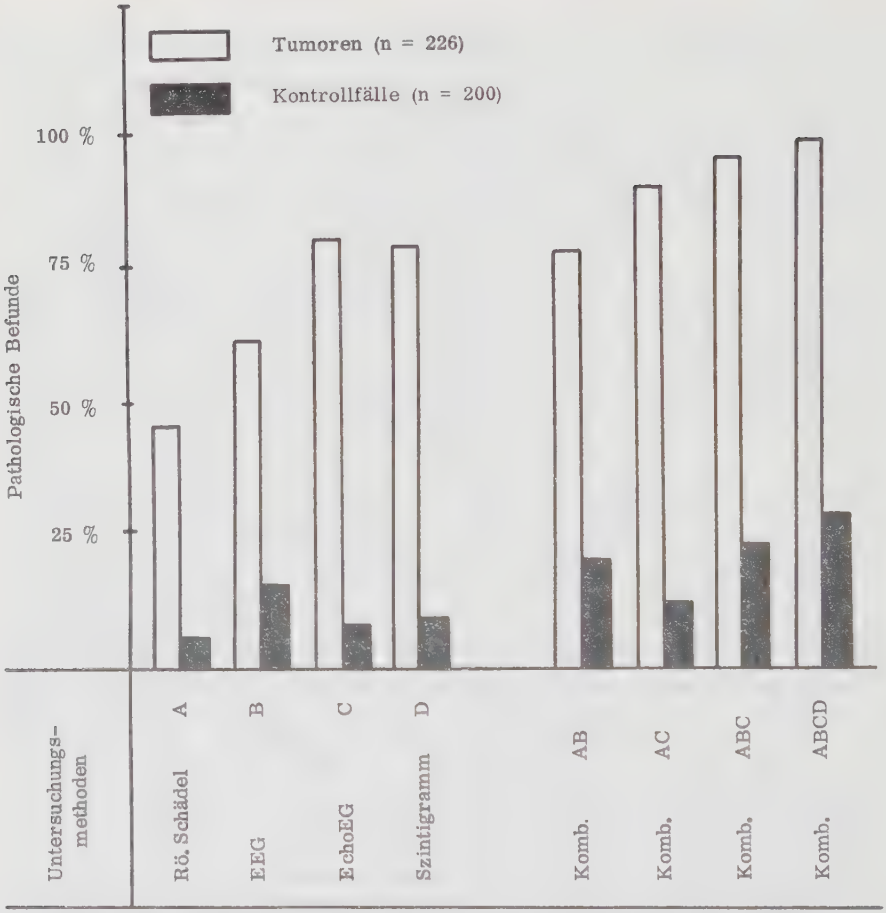


Abb. 2. Prozentuale Häufigkeit pathologischer Befunde in der Tumorgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe

Zum Vergleich der prozentualen Häufigkeiten pathologischer Befunde der Untersuchungskombination ABCD in der Tumorgruppe und in der Kontrollgruppe wurde der X^2-Test angewendet.

Formel: $X^2 = \frac{(/a.d - b.c/ - 1/2\ n)^2 \cdot n}{(a+b)\ (a+c)\ (b+d)\ (c+d)}$

Für den beobachteten Unterschied der Prozenthäufigkeiten von ABCD in der Tumorgruppe und in der Kontrollgruppe ergibt sich ein Index $X^2 = 227,7$. Der Sicherheitspunkt 6,635 für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 1% wird dabei weit überschritten. Somit ist der Unterschied in der prozentualen Häufigkeit pathologischer Befunde der Kombination ABCD zwischen der Tumorgruppe und der Kontrollgruppe hoch signifikant.

Die Abbildung 2 läßt weiterhin klar erkennen, daß die Röntgennativdiagnostik des Schädels, die Echoencephalographie und die Hirnszintigraphie bei einem positiven Untersuchungsergebnis eine wesentlich größere Tumorspezifität erreichen als die Elektroencephalographie. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß sich die vorliegende Studie auf ein ausgewähltes Krankengut bezieht, da alle Patienten dem Neurochirurgen mit Verdacht auf Hirntumor überwiesen wurden. Zweifellos würde sich das Bild erheblich verschieben, wenn ein nicht selektiertes, neurologisches Krankengut in gleicher Weise aufgegliedert würde.

Bei allen Patienten wurden zusätzlich noch klinische Gesichtspunkte mitberücksichtigt, die sich aus Anamnese und neurologischer Untersuchung ergaben, obwohl diese hier nicht in Tabellen und Graphiken erscheinen. Diese Kriterien bildeten in den meisten Fällen den Grund zur Überweisung zum Neurochirurgen. In Tabelle 10 wird die Tumorwahrscheinlichkeit der pathologischen Befunde in den einzelnen Untersuchungsmethoden und deren Kombinationen eingehender geprüft.

Zu diesem Zweck wurden hier alle pathologischen Untersuchungsergebnisse der Tumor- und der Kontrollgruppe zusammengefaßt und der prozentuale Anteil der Tumoren an der Summe aller pathologischen Befunde errechnet.

Bei einem pathologischen Befund in den Röntgennativbildern, im Echoencephalogramm oder im Hirnszintigramm ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Tumor zugrunde liegt, größer als 90 %. Ein pathologisches Elektroencephalogramm erreicht dagegen nur eine Tumorwahrscheinlichkeit von 81 %, ein Fünftel aller krankhaft veränderten Hirnstrombilder war nicht tumorbedingt. Betrachtet man die Kombinationen der verschie-

Tab. 10. Tumorwahrscheinlichkeit der pathologischen Befunde bei 426 Patienten (226 verifizierte Hirntumoren, 200 Tumorverdachtsfälle)

Krankengut	Untersuchungsmethoden und Kombinationen														
	A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD
Hirntumoren (n = 226)	105	139	182	180	177	203	203	202	191	214	215	208	221	217	222
Tumorverdachtsfälle (n = 200)	10	32	15	19	40	24	40	38	44	30	46	52	38	51	57
Total	115	171	197	199	217	227	243	240	235	244	261	260	259	268	279
Prozentsatz der Tumoren an den path. Befunden	91	81	92	90,5	81,5	89,5	83,5	84	81	88	82,5	80	85	81	79,5

denen Untersuchungsmethoden dann erweisen sich nur die Kombinationen AC und CD als ausreichend zuverlässig beim Hirntumornachweis. Bei Zusammenfassung von mehr als zwei Methoden zeigt sich, daß die Aussage immer unspezifischer wird, mit anderen Worten der Anteil falsch positiver Resultate steigt (s. Tab. 10). Bei einer weiteren Analyse haben wir herauszufinden versucht, welchen Kombinationen positiver Befunde die höchste Tumorspezifität zukommt (s. Tab. 11).
Hierbei ergibt sich eine Reihe von interessanten Aspekten. Findet sich ein pathologischer Befund in A, B, C und D, dann liegt mit Sicherheit ein Hirntumor vor. Sind nur B, C und D krankhaft verändert, dann ergibt sich immer noch eine fast 95-prozentige Tumorwahrscheinlichkeit.
Beide Gruppen zusammen betreffen knapp 50 % aller Hirntumoren. Auch das Zusammentreffen von positiven Befunden in A und C, in A und D, in C und D, in A, B und C, in A, B und D sowie in A, C und D läßt auf einen Hirntumor schließen. Das heißt, daß bereits in der Poliklinik bei Anwendung der vier Zusatzuntersuchungen A, B , C und D rund 80 % der Hirntumoren zu verifizieren sind und die Kontrastmitteluntersuchungen hier nur noch der Klärung spezifischer neurochirurgischer Fragestellungen im Hinblick auf die Operation dienen.

4.5 Schlußfolgerungen

Der Wert der Röntgennativdiagnostik des Schädels ist bei supra- und infratentoriellen Prozessen nahezu ebenso groß. Bei fast der Hälfte der Fälle lassen sich entweder direkte oder indirekte Zeichen eines Hirntumors feststellen. Die häufigsten Befunde sind primäre und sekundäre Sellaveränderungen, eine verkalkte-verlagerte Epiphyse und bei Kindern eine Verbreiterung der Schädelnähte.
Die Elektroencephalographie besitzt ihre größte Bedeutung bei Großhirnprozessen (78 % pathologische Befunde). Sie stellt für den Nachweis der Prozesse der hinteren Schädelgrube keine geeignete Methode dar. Auch bei Tumoren des Mittelhirns und im Bereich der Basis können keine spezifischen Veränderungen erwartet werden.
Die Echoencephalographie hat bei supra- und bei infratentoriellen Tumoren eine gleichgroße Aussagekraft (88 - 89 % pathologische Befunde). Die Methode erlaubt zwar nur eine ziemlich grobe Lokalisationsdiagnose (rechte Hemisphäre, linke Hemisphäre, infratentorieller Raum). Für die Prozesse in der hinteren Schädelgrube

Tab. 11. Häufigkeit von pathologischen Einzelbefunden und Zusammentreffen pathologischer Befunde in den verschiedenen Kombinationen

Krankengut		Untersuchungsmethoden und Kombinationen														
		A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD
226 Tumoren	Total	5	1	13	7	2	13	8	5	11	25	3	6	12	55	56
	%	2,2	0,4	5,8	3,1	0,9	5,8	3,5	2,2	4,9	11,1	1,3	2,7	5,3	24,2	24,8
200 Kontroll-fälle	Total	8	20	4	11	-	-	-	5	4	1	1	-	-	3	-
	%	4	10	2	5,5	-	-	-	2,5	2	0,5	0,5	-	-	1,5	-

stellt sie aber zweifellos die optimale Suchmethode unter den hier beschriebenen Techniken dar.

Beim Nachweis supratentorieller raumfordernder Prozesse wird die Hirnszintigraphie von keiner anderen Zusatzuntersuchung erreicht, zumal mit der Methode bei dieser Lokalisation eine exakte Ortung möglich ist und auch das Ausmaß des Prozesses erkennbar wird. Nicht so günstig sind die Ergebnisse bei infratentoriellen Prozessen, bei denen nur in 50 % ein positiver Nachweis möglich ist. Die natürliche Speicherung im Schädelbasisbereich kann zusätzliche Anreicherungen in einem Tumorbezirk überdecken.

Durch die Kombination von Röntgennativdiagnostik des Schädels und Elektroencephalographie (AB) werden bereits 85 % aller raumfordernden supratentoriellen Prozesse erfaßt. Die Quote bei den infratentoriellen Tumoren erreicht wegen der mangelnden Aussage des EEG's nur 58 %.

Die Ergebnisse der Kombination AC - beides morphologische Methoden - zeigen, daß sich die gemeinsame Anwendung dieser Untersuchungstechniken für die ambulante Hirntumordiagnostik mit 89 - 92 % Treffsicherheit als besonders geeignet erweist. Nimmt man zu der Kombination AC noch die Elektroencephalographie (B) hinzu, dann können bereits 95 % der Hirngeschwülste erfaßt werden, d. h. nur jeder zwanzigste Patient mit einem Hirntumor weist in dieser Kombination keinen pathologischen Befund auf.

Die Trefferquote der Kombination ABCD bei Großhirnhemisphärentumoren erreicht 100 %. Im supratentoriellen Raum entgehen nur basisnahe Prozesse manchmal allen vier Methoden. Im infratentoriellen Raum werden durch diese Vierer-Kombination 94 von 100 Fällen aufgedeckt. Unter Berücksichtigung von Anamnese und neurologischem Befund läßt sich auch hier eine nahezu 100%ige Treffsicherheit erzielen. Dies bedeutet natürlich nicht, daß durch die genannten Methoden in allen Fällen bereits die Diagnose eines Hirntumors gesichert wäre. Es heißt vielfach nur, daß bei Vorliegen pathologischer Befunde in einer oder mehreren Methoden eine weitere stationäre Abklärung mit Anwendung der Kontrastmittelverfahren erforderlich ist.

Werden aber gleichzeitig pathologische Befunde in den Methoden

A und C,

A und D,

C und D,

A, B und C,
A, B und D oder A, C und D erhoben, dann ist die Diagnose eines Hirntumors so gut wie sicher. Dies trifft auf nahezu 80 % der Hirntumoren des eigenen Krankengutes zu.
Stellt man die einzelnen Methoden einander gegenüber, dann erreichen pathologische Befunde in den Röntgennativbildern des Schädels, im Echoencephalogramm und im Hirnszintigramm eine 90%ige Tumorwahrscheinlichkeit.
Die Aussagekraft der Elektroencephalographie ist im Vergleich zu diesen Methoden deutlich geringer, wenn es sich um die Frage eines Hirntumors handelt.
Die gefundenen Zusammenhänge sollen als Grundlage für die Entwicklung eines Computerprogramms zum Nachweis von Hirntumoren dienen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

An einem neurochirurgischen Krankengut von 426 Patienten wird die Treffsicherheit der ambulant durchführbaren Zusatzuntersuchungen (Röntgennativdiagnostik des Schädels, Elektroencephalographie, Echoencephalographie und Hirnszintigraphie) bei der Hirntumorsuche überprüft.

Das Krankengut gliedert sich auf in 226 Patienten mit Hirntumoren oder Abszessen und 200 Kontrollfälle.

Der Prozentsatz pathologischer Befunde reicht in der Hirntumorgruppe von 46 in der Röntgennativdiagnostik des Schädels über 62 in der Elektroencephalographie bis zu 80 resp. 81 in der Szintigraphie bzw. Echoencephalographie.

Durch die Kombination dieser vier Methoden konnten 98,5 % der Hirntumoren erfaßt werden. In der Kontrollgruppe wurden pathologische Befunde nur in 28,5 % der Fälle beobachtet.

Die höchste Spezifität beim Hirntumornachweis erreichen die pathologischen Befunde im Röntgennativbild des Schädels, die Verlagerung der Mittelstrukturen im Echoencephalogramm um mehr als 3 mm und umschriebene Anreicherungen im Hirnszintigramm. Bei einer entsprechenden klinischen Symptomatik ist der Nachweis eines erweiterten 3. Ventrikels das sicherste Zeichen für das Vorliegen eines raumfordernden Prozesses in der hinteren Schädelgrube.

Die Elektroencephalographie vermag zwar sehr früh Veränderungen der bioelektrischen Aktivität des Gehirns aufzudecken, derartige Veränderungen kommen aber bei zahlreichen zerebralen Erkrankungen vor, so daß ein pathologisches Hirnstrombild allein nur selten einen Tumorverdacht erhärten kann.

Das Optimum an Tumorselektion läßt sich erreichen, wenn funktionelle und morphologische Methoden gemeinsam eingesetzt werden.

Sind in allen vier Zusatzuntersuchungen positive Befunde zu erheben, so liegt mit Sicherheit ein Hirntumor vor.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. ADAMS, A. E.:
Das Frühzeitige EEG bei Hirntumoren.
Med. Klin. 63 Nr. 50, 2003-2007, 1968

2. ALBERT, H. H. von:
Das Symptom "Kopfschmerz" aus neurologisch-neurochirurgischer Sicht.
Zeitschrift für Allgemeinmedizin Der Landarzt, 45, 1244-1250, 1969

3. ARNOLD, H. und P. VOIGTSBERGER:
Zur Kombination von Echoencephalographie und EEG in der Hirntumordiagnostik. Zentralblatt für Neurochirurgie, Band 32, Heft 3/4, 149-154, 1971

4. BALMER, F. und K. KARBOWSKI:
Das EEG bei der Früherfassung von Großhirnhemisphärentumoren und Tumorrezidiven.
Praxis, 13, 401-408, 1969

5. BAROLIN, COBB, FISCHGOLD, GASTAUT, HESS, KRENKEL, KUGLER, LUSCHNAT, MAGNUS, NAQUET, PLANIOL, STEINMANN und WITZELL:
Kolloquium 12. Europ. EEG-Tagung 1964 Köln - Elektroencephalogramm und Tumor. Elektroencephalogramm und Trauma in ihrer akuten Phase.
Beiträge zur Neurochirurgie, Heft 14, 69-81, 1967

6. BETZ, H. and G. HUBER:
The correlation between Echo-Encephalographic and Pneumencephalographic Findings. In: Proceedings in Echo-Encephalography. Edited by: W. SCHIEFER, E. KAZNER and K. J. ZÜLCH, Springer Berlin-Heidelberg-New York, pp. 25-26, 1968

7. BOSTEM, F., A. THIBAUT and E. COEURDEROI-GODART:
Study of Echo-Encephalographic Results correlated with Electroencephalographic, Anatomic and Neuroradiologic Data in 649 Cases. In: Proceedings in Echo-Encephalography. Edited by: W. SCHIEFER, E. KAZNER and K. J. ZÜLCH, Springer Berlin-Heidelberg-New York, pp. 164-170, 1968

8. BROCKHOFF, V., E. KAZNER und W. SCHIEFER:
Echoencephalographie und Kontrastmittelmethoden in der Diagnostik raumfordernder Prozesse der hinteren Schädelgrube. Acta Radiologica. Diagnosis, Vol. 9, 655-659, 1969

9. BROWN, R. E.:
Analysis of Echoencephalograms.
Neurology, Vol. 18, 237-242, 1968

10. CABRINI, G. P., F. MAROSSERO and R. VILLANI:
EEG and radioisotope scanning in the diagnosis of intracranial tumours.
Electroenc. clin. Neurophysiol. 25, 514-517, 1968

11. CASTELLI, A., P. PAOLETTI and R. VILLANI:
Brain scan for neurosurgical purposes, Analysis of 217 verified tumours.
Neurochir. Stuttgart, Suppl. Fortschr. Neur. Psych. Vol. 11, 234-245, 1968

12. DECKER, K.:
Hirngeschwülste und verwandte Erkrankungen. Klinische Neuroradiologie.
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 207-315, 1960

13. DEREYMAEKER, A. en M. de ROO:
Studie van de werkelijke tumorale concentraties in tumoren van radioaktieve tracers, gebruikt bij gammaencefalografie en automatische scintigrafie. Ned. T. Geneesk. 111, 432-433, 1967

14. DI CHIRO, G., W. L. ASHBURN and A. S. GROVE, jr.:
Which radioisotopes for brain scanning?
Neurology, Vol. 18, 225-236, 1968

15. DIETRICH, J. und S. MISSBACH:
Zur klinischen Schnelldiagnose von Hirntumoren.
Beiträge zur Neurochirurgie, Heft 15, 47-57, 1968

16. ECK, J. H. M. van en M. G. WOLDRING:
Hersen-Scanning (scinti-encefalografie).
Ned. T. Geneesk., 110, 1049-1054, 1966

17. ECK, J. H. M. van:
Isotopes in Brain Lesions. Reappraisal of a diagnostic procedure.
Psychiatria, Neurologia, Neurochirurgia, 71, 43-49, 1968

18. ECK, J. H. M. van:
Isotopen-Encefalografie. Diagnostik van intrakranielle ziektehaarden met behulp van radioactieve stoffen. Proefschrift Groningen, 1968

19. ECK, J. H. M. van and M. G. WOLDRING:
Scanning the Brain with various Radioisotopes. Manual and automatic Studies in a series of 750 Patients. European Neurology, S. Karger, Basel/New York, 2, 1-12, 1969

20. FAURE, J., J. DROOGLEVER-FORTUYN, H. GASTAUT, L. LARRAMENDI, P. MARTIN, P. PASSOUANT, A. REMOND, J. TITECA et W. G. WALTER:
De la genêse et de la signification des rhythmes recueillis à distance dans les cas de tumeurs cérébrales. Electroenc. clin. Neurophysiol. 3, 429-434, 1951

21. FILSON, E. J. and A. RODRIGUEZ-ANTUNEZ:
Isotope scanning of brain tumors using 99mTc.
Acta Radiologica. Diagnosis, Vol. 7, 380-384, 1968

22. FISCHER, W.:
Symptomatologie und Diagnostik der Tumoren des Kleinhirns. Beiträge zur Neurochirurgie, Heft 10, 1965

23. FISCHGOLD, H. und J. METZGER:
Anleitung zur speziellen Röntgenuntersuchung des knöchernen Schädels. Klinische Neuroradiologie - K. Decker. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 3-31, 1960

24. FISCHGOLD, H. und C. DREYFUS-BRISAC:
Das Elektroencephalogramm.
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1968

25. FLIEGE, K., H. BACKMUND und W. FEUERLEIN:
Probleme und Ergebnisse bei der vergleichenden Messung des 3. Ventrikels durch Echoencephalographie und Pneumencephalographie.
Arch. Psychiat. Nervenkr., 211, 333-342, 1968

26. FORD, R. and J. AMBROSE:
Echoencephalography. The measurement of the position of mid-line structures in the Skull with high frequency pulsed ultrasound.
Brain, 86, 189-196, 1963

27. FORD, R. and D. L. McRAE:
Echoencephalography - a standardized technique for the measurement of the width of the third and lateral ventricles.
Diagnostic Ultrasound, 117-129, 1966

28. GELETNEKY, C. L. and E. KAZNER:
Echo-Encephalography in the Diagnosis of Ventricular Dilatation. In: Proceedings in Echo-Encephalography. Edited by: E. Kazner, W. Schiefer and K. J. Zülch, Springer Berlin-Heidelberg-NewYork, pp. 122-132, 1968

29. GIBBS, F. A. and E. L. GIBBS:
Atlas of Electroencephalography, Volume One, Methodology and Controle, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Mass. U.S.A., 1958

30. GIBBS, F. A. and E. L. GIBBS:
Atlas of Electroencephalography, Volume Three, Neurological and Psychiatric Disorders, 337-393.
Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Mass. U.S.A., 1964

31. GREEBE, H. M.:
Resultaten van de echo-encefalografie bij patienten met insulten.
Ned. T. Geneesk. 103, II, 52, 2518, 1964

32. GREEBE, H. M.:
De waarde van de echo-encefalografie als klinische en poliklinische methode van onderzoek.
Ned. T. Geneesk. 108, I, 10-13, 1964

33. HAAS, J. P., H. DIETZ und R. WOLF:
Hirntumorszintigraphie mit ^{131}J-Albuminmakroaggregaten. Radioisotope in der Lokaldiagnostik. 4. Jahrestagung, Gesellschaft f. Nuklearmedizin, Heidelberg, F. K. Schattauer Verlag Stuttgart, 509-513, 1966

34. HAAS, J. P., H. DIETZ und R. WOLF:
Gehirnszintigraphie mit radioaktivem makroaggregiertem Albumin und 99mTc-Pertechnetat. Vergleich von Ergebnissen.
Acta Radiologica, Diagnosis, Vol. 9, 608-614, 1969

35. HORENSTEIN, R., A. PERSSON, A. WENNBERG and L. WIDEN:
The path of the Ultrasonic Beam in clinical echoencephalography.
Acta Radiologica Scand. Vol. 7, 305-313, 1968

36. JIROUT, J.:
Neuroradiologie. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, 1966

37. JONGERT, P. and H. B. VEENHUYZEN:
Correlation between the M-Echo and the calcified Pineal Gland. Neuroradiology, 1, 142-146, 1970

38. JOSEPH, K., W. LANG, E. H. GRAUL, E. HERRMANN und V. CALATAYUD:
Nuklearmedizinische Diagnostik in der Neurologie.
Deutsches Ärzteblatt, Nr. 17, 967-974, 1968

39. KAZNER, E. und W. SCHIEFER:
Die Echoencephalographie bei raumfordernden Prozessen der hinteren Schädelgrube. Acta Neurochir., Wien, XIV, 177-196, 1966

40. KAZNER, E., S. KUNZE and W. SCHIEFER:
Echoencephalography as an aid to the diagnosis of space-occupying lesions in the posterior fossa by measuring the size of the third and lateral ventricles. J. Neurosurg., Vol. XXVI, No. 5, 511-520, 1967

41. KAZNER, E. and S. KUNZE:
Echo-Encephalographic Findings with Midline Tumors and Tumors of the Base of the Skull.
In: Proceedings in Echo-Encephalography, Edited by: E. Kazner, W. Schiefer and K. J. Zülch, Springer Berlin-Heidelberg-New York, pp. 71-75, 1968

42. KAZNER, E., St. KUNZE, St. KUBICKI, W. SCHIEFER und S. WENDE:
Die Bedeutung der klinischen Zusatzuntersuchungen für die Differentialdiagnose - zerebrale Massenblutung - Hirninfarkt. Neurol. Psychiatr. 37, 5, 225-250, 1969

43. KLAR, E., K. E. SCHEER, W. PIOTROWSKI und K. zum WINKEL:
Prä- und postoperative hirnszintigraphische Vergleichsuntersuchungen. Radioisotope in der Lokaldiagnostik.
4. Jahrestagung Gesellschaft f. Nuklearmedizin, Heidelberg, F. K. Schattauer Verlag Stuttgart, 119-124, 1966

44. KOCH, R. D., H. J. OTTO, K. H. PARNITZKE und A. MORCZEK:
Früherfassung von Tumorrezidiven mit dem Gammaenzephalogramm. Röntgenfortschritte 107, 5, 663-668, 1967

45. KOCH, R., K. H. PARNITZKE, G. RABENDING, A. MORCZEK und I. BOOST:
Aussage und Kombinationswert der Gammaencephalographie, Elektroencephalographie, Echo-Encephalographie, Arteriographie und Pneumencephalographie bei Hirntumoren.
Beiträge zur Neurochirurgie, Heft 15, 141-146, 1968

46. KRENKEL, W.:
Klinik und EEG im Frühstadium der Hirngeschwülste.
Beiträge zur Neurochirurgie, Heft 12, 1967

47. KRIJGSMAN, J. B.:
Echo-encefalografie bij normale pasgeborenen en zuigelingen (A-scan).
Diss. Universität Nijmegen, Niederlanden, 1970

48. KUGLER, J.:
Elektroenzephalographie in Klinik und Praxis.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1966

49. LINDGREN, E.:
Röntgenologie-einschließlich Kontrastmittelmethoden. Handbuch der Neurochirurgie, Hrsg. H. Olivecrona-W. Tönnis, Band II, Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1954

50. MERREM, G.:
Lehrbuch der Neurochirurgie.
VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, 1970

51. MÜLLER, H. und K. ARNOLD:
Medizinische Fortschritte mit Radionukliden. Leistungsfähigkeit und Aussagewert der verschiedenen Untersuchungsverfahren. Deutsches Ärzteblatt, 48, 615-621, 1970

52. NIEBELING, H. G.:
Die Elektroencephalographie in der Neurochirurgie.
Beiträge zur Neurochirurgie, Heft 8, 1-16, 1964

53. PERSSON, A., A. WENNBERG and L. WIDEN:
Experiences with Echoencephalography in Combination with EEG.
Electroenc. clin. Neurophysiol. 25, 194-202, 1967

54. PIA, H. W. und C. L. GELETNEKY:
Echoencephalographie.
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1968

55. PLANIOL, Th.:
L'échoencephalographie dans la détection des néoformations intracraniennes.
Neuro-Chirurgie, Paris, XIII, 19-22, 1967

56. PLANIOL, Th.:
Results of four Years Experience with Echo-Encephalography of Brain Tumors. In: Proceedings in Echo-Encephalography. Edited by: E. Kazner, W. Schiefer and K. J. Zülch, Springer Berlin-Heidelberg-New York, pp. 44-48, 1968

57. PLANIOL, Th.:
Gamma-Encéphalographie. Possibilités et limitations dans le diagnostic de la présence et de l'extension des glioblastomes.
Acta Radiologica, Vol. 8, 68-91, 1969

58. PLANIOL, Th. et H. FISCHGOLD:
Gamma-Encéphalographie et Electroencephalographie dans le Diagnostic étiologique de l'épilepsie de l'adulte. Rayons X, Radioisotopes, Vol. 1, 221-238, 1965

59. PLANIOL, Th., J. METZGER, M. DAVID et H. FISCHGOLD:
Explorations techniques ambulatoires dans le diagnostic des tumeurs cérébrales hémispheriques.
Acta Radiologica, Diagnosis, No. 5, 908-914, 1966

60. PLANIOL, Th. et M. SACHS:
La Gamma-encephalographie.
Neurochirurgie, Paris, XIII, 23-71, 1967

61. RAAD, R. de:
De betekenis van de Gamma-Encephalographie als poliklinische onderzoekmethode bij vermoeden van cerebrale metastasen en recidief van geopereerde hersentumoren.
Ned. T. Geneesk., 112, 22, 1059-1060, 1968

62. RAAD, R. de, J. W. OTTEN en A. J. van RIJN:
Gamma-Encephalographie als screeningtest bij vermoeden van hersenmetastasen.
Ned. T. Geneesk., 112, 1585-1589, 1968

63. REIHER, J., B. SANDOK, D. KLASS and J. WHISNANT:
Combined electroencephalography and sonoencephalography in temporal lobe epilepsy. Neurology, Vol. 19, 157-160, 1969

64. ROBERT, J., J. MONTAUT, L. PICARD, A. NAOUN et J. LEPOIRE:
Exploration intra-cranienne par le Technetium-99m. Résultats préliminaires. Neurochirurgie, Paris, 15, 379-388, 1969

65. RÖSLER, H. und P. HUBER:
Das Hirnszintigramm als Notfalluntersuchung? Erste Erfahrungen mit der Serienszintigraphie. Dtsch. Z. Nervenheilk. 196, 136-155, 1969

66. ROO, M. J. K. de:
The Reliability of cerebral scintigraphy for the Detection of intracerebral lesions (Review of 344 controlled cases).
Journal Belge de Radiologie, Vol. 50, 424-443, 1967

67. SANDOK, B. A., J. REIHER and J. P. WHISNANT:
Combined EEG-SEG in neurological Diagnosis.
Electroenceph. clin. Neurophysiol. 26, 111-112, 1969

68. SANFORD, R. A. and O. J. ANDY:
Brain Tumors. Progress in Neurology and Psychiatry,
Vol. XXIV, 320-331, 1969

69. SCHEID, W.:
Lehrbuch der Neurologie. - Die Hilfsmethoden der Neurologie.
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 62-91, 1968

70. SCHIEFER, W.:
Reliability and Limitations of A-Scan Echo-Encephalography. In: Proceedings in Echo-Encephalography. Edited by: E. Kazner, W. Schiefer and K.J. Zülch, Springer Berlin-Heidelberg-New York, pp. 181-185, 1968

71. SCHIEFER, W. und E. KAZNER:
Klinische Echo-Encephalographie.
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York, 1967

72. SCHNEIDER, C., H. PREVOT und T. TZONOS:
Diagnostik intrakranieller Erkrankungen mit Hilfe von 99m-Technetium. Radioisotope in der Lokaldiagnostik, 4. Jahrestagung d. Gesellschaft f. Nuklearmedizin, Heidelberg. F. K. Schattauer Verlag Stuttgart, 904, 1966

73. SCHNEIDER, C., H. PREVOT und T. TZONOS:
Szintigraphie mit 203Hg und 99m-Tc in der Diagnostik von Hirntumoren. Deutsche Med. Wochenschrift, Nr. 7, 285-291, 1968

74. SCHWARZ, H.J.:
Über die analytische Betrachtung des "Tumor-EEG". Beiträge zur Neurochirurgie, Heft 8, 17-24, 1964

75. SJÖGREN, I.:
Echoencephalography in Paediatric Practice with special regard to measurement of the ventricular size.
Acta Paediatrica Scand., Suppl. 178, 1967

76. SJÖGREN, I.:
Comparative Studies of Echo-Ventriculography and Cerebral Pneumencephalography in Infantile Hydrocephalus and cerebral Malformations.
In: Proceedings in Echo-Encephalography. Edited by: E. Kazner, W. Schiefer and K. J. Zülch, Springer Berlin-Heidelberg-New York, 135-142, 1968

77. STEINMANN, H. W.:
Klinische Elektroencephalographie. Handbuch der Neurochirurgie, Hrsg. H. Olivecrona-W. Tönnis, Band I, 446-530, Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1959

78. SUMMER, K.:
Die Szintigraphie zerebraler Erkrankungen. Bedeutung für die Diagnostik der Hirntumoren. Wien. Klin. Wochenschr., 17, 323-327, 1968

79. TAVERAS, J. M. and E. H. WOOD:
Diagnostic Neuroradiology.
William Wilkins Co., Baltimore, 1-206, 1964

80. VLIEGER, M. de:
Echo-encefalografie als Hulpmiddel bij de hersendiagnostiek.
Ned. T. Geneesk. 108, I, 5-10, 1964

81. VLIEGER, M. de:
Ontwikkeling van de echo-encefalografie.
Ned. T. Geneesk., 110, 12, 610-611, 1966

82. VLIEGER, M. de, S. A. de LANGE and E. GERSIE:
Combined results of Electro- and Echo-Encephalography in the Diagnosis of cerebral Tumours.
Acta Neurochir. Wien, 21, 1-10, 1969

83. VIGOUROUX, M.:
Gammaencéphalographie et EEG. Etude comparative dans les tumeurs cérébrales.
Electroenceph. clin. Neurophysiol. Suppl. 25, 128-131, 1967

84. WANG, Y.:
Accuracy of Brain Scanning. Comparison with other procedures for brain tumor detection.
Acta Radiologica, Diagnosis, Vol. 9, 645-649, 1969

85. WEIGELDT, H. D. and K. SCHRÖTER:
Anatomical and Technical Causes of Errors in Echo-Encephalography.
In: Proceedings in Echo-Encephalography. Edited by: E. Kazner, W. Schiefer and K. J. Zülch, Springer Berlin-Heidelberg-New York, pp. 179-181, 1968

86. WILCKE, O.:
Möglichkeiten und Probleme der Isotopendiagnostik zerebraler Erkrankungen. Zentralbl. Neurochirurgie, Band 30, 61-72, 1969

87. WILCKE, O.:
Die Bedeutung der Szintigraphie im Rahmen der neurochirurgischen Tumordiagnostik.
Acta Neurochirurgica Wien, 23, 285-295, 1970

88. YOUNG, B. R., R. B. FUNCH, J. W. Mac MORAN, A. PARKER and A. BERNHARD:
Radiology of the skull and Central Nervous System.
Progress in Neurology and Psychiatry, Vol. XXIV, 292-305, 1969

89. ZEIDLER, U.:
Probleme der Hirntumorlokalisationsdiagnostik.
Radioisotope in der Lokaldiagnostik. 4. Jahrestagung Gesellschaft f. Nuklearmedizin, Heidelberg, F. K. Schattauer Verlag, Stuttgart, 93-99, 1966

90. ZEIDLER, U. und S. KOTTKE:
Hirngeschulstnachweis durch Szintigraphie.
Dtsch. Z. Nervenheilk. 196, 63-84, 1969

91. ZITA, G.:
Die Szintigraphie zerebraler Erkrankungen. Einführung und technische Erläuterungen. Wien. Klin. Wochenschr. 17, 320-322, 1968

92. ZITA, G. und K. SUMMER:
Farb- und Photoszintigraphie als wesentlicher Faktor in der Diagnostik von Gehirnerkrankungen.
Radioisotope in der Lokaldiagnostik. 4. Jahrestagung Gesellschaft f. Nuklearmedizin, Heidelberg, F. K. Schattauer Verlag, Stuttgart, 111-117, 1966

93. ZÜLCH, K. J.:
Die Hirngeschwülste in biologischer und morphologischer Darstellung.
Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1958

Herrn Prof. Dr. F. Marguth, Direktor der Neurochirurgischen Klinik der Universität München, danke ich für die Möglichkeit der wissenschaftlichen Bearbeitung der vorliegenden Studie aus dem Krankengut der Neurochirurgischen Klinik.

Herrn Priv.Doz. Dr. E. Kazner möchte ich für die freundliche Überlassung des Themas und für die ständige Beratung bei der Ausführung der Arbeit besonders danken.

Lebenslauf

Am 10. 11. 1936 wurde ich als ältester Sohn des Oberbaurates der Stadt Tilburg Johannes Hopman und seiner Ehefrau Josephine geb. Przibilla in Lent, Niederlanden, geboren.

Nach dem Abitur und zweijährigem Militärdienst begann ich im September 1960 an der Universität Nijmegen mit dem Medizinstudium.

Das gesamte Medizinstudium absolvierte ich an der Universität zu Nijmegen, wo ich nach Ablegung ärztlicher Zwischenprüfungen am 6. Februar 1967 das niederländische Staatsexamen bestand.

Während der zweijährigen Medizinalassistentenzeit arbeitete ich an mehreren niederländischen Kliniken.

Im Februar 1969 wurde mir die Approbation als Arzt erteilt. Seit März 1969 arbeite ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle an der Neurochirurgischen Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität zu München.